

Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

+ *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.

+ *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.

+ *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.

+ *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página `http://books.google.com`



Dette er en digital kopi af en bog, der har været bevaret i generationer på bibliotekshylder, før den omhyggeligt er scannet af Google som del af et projekt, der går ud på at gøre verdens bøger tilgængelige online.

Den har overlevet længe nok til, at ophavsretten er udløbet, og til at bogen er blevet offentlig ejendom. En offentligt ejet bog er en bog, der aldrig har været underlagt copyright, eller hvor de juridiske copyrightvilkår er udløbet. Om en bog er offentlig ejendom varierer fra land til land. Bøger, der er offentlig ejendom, er vores indblik i fortiden og repræsenterer en rigdom af historie, kultur og viden, der ofte er vanskelig at opdage.

Mærker, kommentarer og andre marginalnoter, der er vises i det oprindelige bind, vises i denne fil - en påmindelse om denne bogs lange rejse fra udgiver til et bibliotek og endelig til dig.

Retningslinjer for anvendelse

Google er stolte over at indgå partnerskaber med biblioteker om at digitalisere offentligt ejede materialer og gøre dem bredt tilgængelige. Offentligt ejede bøger tilhører alle og vi er blot deres vogtere. Selvom dette arbejde er kostbart, så har vi taget skridt i retning af at forhindre misbrug fra kommerciel side, herunder placering af tekniske begrænsninger på automatiserede forespørgsler for fortsat at kunne tilvejebringe denne kilde.

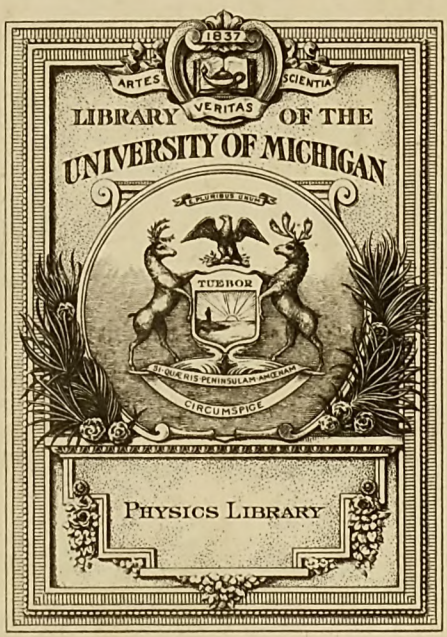
Vi beder dig også om følgende:

- Anvend kun disse filer til ikke-kommercielt brug
  Vi designede Google Bogsøgning til enkeltpersoner, og vi beder dig om at bruge disse filer til personlige, ikke-kommercielle formål.
- Undlad at bruge automatiserede forespørgsler
  Undlad at sende automatiserede søgninger af nogen som helst art til Googles system. Hvis du foretager undersøgelse af maskinoversættelse, optisk tegngenkendelse eller andre områder, hvor adgangen til store mængder tekst er nyttig, bør du kontakte os. Vi opmuntrer til anvendelse af offentligt ejede materialer til disse formål, og kan måske hjælpe.
- Bevar tilegnelse
  Det Google-"vandmærke" du ser på hver fil er en vigtig måde at fortælle mennesker om dette projekt og hjælpe dem med at finde yderligere materialer ved brug af Google Bogsøgning. Lad være med at fjerne det.
- Overhold reglerne
  Uanset hvad du bruger, skal du huske, at du er ansvarlig for at sikre, at det du gør er lovligt. Antag ikke, at bare fordi vi tror, at en bog er offentlig ejendom for brugere i USA, at værket også er offentlig ejendom for brugere i andre lande. Om en bog stadig er underlagt copyright varierer fra land til land, og vi kan ikke tilbyde vejledning i, om en bestemt anvendelse af en bog er tilladt. Antag ikke at en bogs tilstedeværelse i Google Bogsøgning betyder, at den kan bruges på enhver måde overalt i verden. Erstatningspligten for krænkelse af copyright kan være ganske alvorlig.

Om Google Bogsøgning

Det er Googles mission at organisere alverdens oplysninger for at gøre dem almindeligt tilgængelige og nyttige. Google Bogsøgning hjælper læsere med at opdage alverdens bøger, samtidig med at det hjælper forfattere og udgivere med at nå nye målgrupper. Du kan søge gennem hele teksten i denne bog på internettet på `http://books.google.com`

B 459750



Digitized by Google

H. Krouse.
Physics Lib.
QC
1
F98

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

FYSISK TIDSSKRIFT

UDGIVET AF

SELSKABET FOR NATURLÆRENS UDBREDELSE

REDIGERET AF

KIRSTINE MEYER

FØDT BJERRUM

MAG. SCIENT

5TE AARGANG 1906—1907

KJØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: JUL. GJELLERUP

GRÆBES BOGTRYKKERI

1907

Digitized by Google



Digitized by Google

Physics
Nijhoff
2-19-29
18173

INDHOLD

	Side
Andersen, A., Adjunkt: Fysikundervisning i Mellemskolen	32
Barmwater, F., Dr. phil.: Fysikundervisning i Gymnasiets math.-naturvidenskabelige Afdeling	26
Bjerrum, Niels, mag. scient.: Boganmeldelse (Svante Arrhenius: Theorien der Chemie)	71
la Cour, D.: Adam Frederik Wivet Paulsen	85
Om Maanens Indflydelse paa Vejret	205
Om Forandringer i Temperaturforholdene	214
Christensen, Arnold: Om Forklaringen af Wagners Hammer i de fysiske Lærebøger	82
Christensen, Niels, Adjunkt: Skoleøvelser i mekanisk Fysik i 5te og 6te Klasse m. n.	80
Boganmeldelse (F. Barmwater: Mekanisk Fysik)	119
„ („ : Lærebog i Optik)	150
Christensen, Odin, Professor: Fosforescerende Stoffer, Lysfarver og Lysstene	157
Christiansen, C., Professor: Om det elektromagnetiske Grundlag for Mekaniken	11
I. I. Thomson	87
Freuchen, P. B., cand. mag.: Om osmotisk Tryk og Fysiologi	62
Om Stoffets Bestaaen	64
Om Nordlys	89
Gnudtzmann, I. E., Arkitekt: Ejendommeligt Snefald	151
Jacobsen, J. P., cand. mag.: Boganmeldelse (O. Weissner: Die meteorologischen Elemente und ihre Beobachtung)	118
Telegrafering af Billeder	125
Jensen, Chr., cand. phil.: Om Forholdet mellem Materie, Energi og Æter	226
Jepsen, H.: Fysikundervisning i Realklassen	33
Knudsen, Martin, Docent: Om Spektralundersøgelse	20
Larsen, Absalon, Professor: Oscillografen og dens Anvendelse	96
Om Grundprincipperne i den traadløse Telegrafi	171
Mathiessen, F., Adjunkt: Fysikundervisning i Gymnasiets sproglige Retninger	29

Digitized by Google

Side

Meyer, Kirstine, mag. scient.: Hvad et Termometer har været brugt til 1
Radium ... 66
Fysik i Mellemskolen; Børns egne Forsøg ... 198
Nielsen, H. C., Fuldmægtig ved Mønten, cand. polyt.: Probering og Affinering ... 130
Pedersen, R. H., mag. scient.: Boganmeldelse (Alfred Lehmann: Lehrbuch der psychologischen Methodik) ... 116
Petersen, Emil, Professor: Om Tegnsprog og Nomenklatur ved Skoleundervisningen i Kemi ... 110
Pechüle, Observator: Astronomiske Begivenheder i 1906 ... 112
Poulsen, Valdemar: En Metode til Fremstilling af kontinuerlige elektriske Bølger og disses Anvendelse til traadløs Telegrafi ... 37
Rasmussen, Hans, cand. mag.: Den kemiske Nomenklatur ved Skoleundervisningen ... 73
Ryd, V. H., mag. scient.: Om Ligevægtstilstande i Atmosfæren ... 189
Sparre, K. E., Adjunkt i Frederiksstad: Om galvaniske Elementers Kobling ... 53
Sundorph, Th., Adjunkt: Øvelser paa Gymnasiets math.-naturv. Linie. 36
Sørensen, N., cand. mag.: Oversigt over de galvonomagnetiske og thermomagnetiske Fænomener ... 143
Thorkelsson, Thorkell, cand. mag.: Nyere Undersøgelser over Radioaktivitet ... 235
Wesche, E., cand. polyt.: Nomenklatur i Kemien ... 35

Anordning angaaende Undervisning i Gymnasiet ... 120
Bekendtgørelse ang. Undervisning i Gymnasiet ... 122
Anordning angaaende Undervisning i Realklassen og Bekendtgørelse angaaende samme ... 124
Fysiklærermødet i Sorø ... 83
Svenske Eksamensopgaver ... 153
Det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Prisopgaver for 1907 .. 152

Digitized by Google

Hvad et Termometer har været brugt til.

Af

Kirstine Meyer.

Enhver, der har Interesse for Naturvidenskabens Udvikling og for den menneskelige Tænkemaades Historie, vil finde, at Begyndelsen af det 17de Aarhundrede er en Guldgrube for Materiale til Undersøgelse af disse Ting. Det er en Brydningstid, hvor Gammelt og Nyt mødes og ved sine Modsætninger belyser og fremhæver hinanden. Man finder Side om Side stærke Spor af Paavirkning fra Oldtiden og Spirer til de senere Aarhundreders eksperimentelle, rationelle Undersøgelser. Det Følgende, der er et lille Kapitel af Termometrets eller Termoskopets Historie, vil vise Rigtigheden af det her sagte.

Det viser sig, at Begrebet Temperatur er langt ældre end Termometret; det spiller en stor Rolle i Middelalderens Lægevidenskab og betyder i Hovedsagen den Tilstand af Varme eller Kulde, Tørhed eller Fugtighed, som opstaar ved Blanding af de 4 Elementer Ild, Luft, Jord og Vand, der hver har Varme og Kulde, Tørhed og Fugtighed som fremherskende Egenskab. Det antoges, at Temperaturernes Forskellighed i det menneskelige Legeme var bestemmende for Sundhed eller Sygdom. Ingen Læge falder paa at maale denne Temperatur, før *Sanctorius* i Begyndelsen af det 17de Aarhundrede. Han citerer en Udtalelse af en af Oldtidens Læger, *Galenus*, der siger, at „for at finde det sande Lægemiddel, maa man ikke blot erkende Sygdommens Art, men ogsaa dens

Digitized by Google

Mængde, hvilken maales ved Størrelsen af Afvigelsen fra den naturlige Tilstand, og denne Mængde kan vi kun skønne". *Sanctorius* bemærker, at han har bestræbt sig for at finde Instrumenter til Maaling af disse Afvigelser og beskriver dernæst et „Pulsilogium" — i Virkeligheden blot et Pendul — til at maale

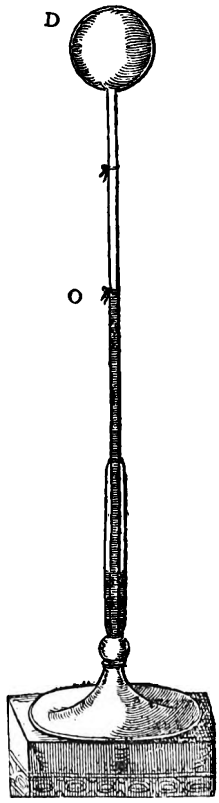


Fig. 1.

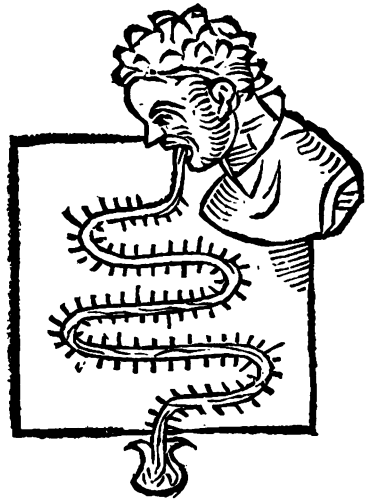


Fig. 2.

Pulsens Hyppighed, to Apparater til at maale Luftens Fugtighed og Tørhed samt et Apparat til at maale Varme- og Kuldegrader af det menneskelige Legeme eller af Luften. Dette Apparat brugtes i forskellige Former, af hvilke to ses paa hosstaaende Billeder. Det i Fig. 1 fremstillede benyttes senere almindeligt. *Sanctorius* siger i Beskrivelsen, at Apparatet „er et Glaskar, hvorved vi meget let

Digitized by Google

Time for Time kan maale den kolde eller varme Temperatur og sikkert hver enkelt Time kan vide, hvor meget Temperaturen afviger fra den naturlige tidligere maalte Tilstand. Dette er fremført af *Heron* til anden Brug. Men vi har tillempet det baade til at erkende den varme og den kolde Temperatur af Luften og alle Legemets Dele og til at erkende de Febersyges Varmegrad, hvilket sker paa to Maader. Den ene er, naar den Syge med Haanden griber den øvre Del af Glasset (*D*), den anden, naar den Syge holder den samme Del af Glasset hen foran Munden, idet de aander ud, og det sker i et kort Tidsrum, f. Eks. 10 Slag af Pulsilogiet, saa at vi den følgende Dag kan prøve, om Vandet i samme Tidsrum, naar man gør det samme, synker lige saa meget. Deraf kan vi slutte, om den Syge er i Bedring eller Nedgang, medens disse Forskelligheder, hvis de er smaa, ingenlunde kan erkendes af Lægerne uden Instrument, og derved ser de Fejl i Erkendelse, Forudsigelse og Kur". Vi finder altsaa her en fuldstændig bevidst og rationel Anvendelse af Termometret som Maaleapparat. *Sanctorius* viser sig herved som en af de første, der tager Eksperimentet i sin Tjeneste, Han vejleder de Studerende i Padua; ved det samme Universitet falder den første Del af *Galilæis* Virksomhed, og den samme Aandsretning viser sig hos begge, og gennem deres store Lærekreds af Studerende breder den sig aabenbart ustanseligt i videre og videre Kredse. Det vides fra Ytringer i Skrifter af *Galilæis* Elever, at han saa tidligt som umiddelbart før eller efter Aar 1600 har gjort Forsøg med et Apparat som *Sanctorius'* første Termometer, men selv omtaler han det ikke, og man har heller ikke nogen Udtalelse, der viser, at han har tænkt paa at benytte det til Maalinger; det er karakteristisk, at det er en Mand som *Sanctorius*, der staar det praktiske Liv nærmere, der gør Skridtet til denne Anvendelse.

Sanctorius grunder altsaa sit Termometer paa Luftudvidelsen ved Varmen og henviser under Beskrivelsen til *Heron*. Der har været ført mange Diskussioner om, hvem der først havde konstrueret et Termoskop eller Termometer, og man har været tilbøjelig til at regne enhver med, om hvem det vidstes, at Vedkommende havde været kendt med Luftudvidelsen ved Varmen og havde benyttet den i et Apparat, hvor den kunde iagttages. Forsøg af denne Art kan spores langt tilbage i Tiden. *Philon* fra Byzanz

Digitized by Google

levede ca. 250 Aar f. Kr. I et Værk af ham, hvortil et Par Haandskrifter for nylig er fundne, beskriver han et saadant Apparat. Dets Udseende er som Fig 3 viser. Det bestod efter Beskrivelsen af en hul Blykugle, forsynet med det bøjede Rør, der skulde naa omtrent til Bunden i begge Kar; i det aabne Kar var der Vand. Der fortælles dernæst, at hvis man stiller Apparatet i Solen, saa vil, naar Kuglen er bleven opvarmet, en Del af Luften i den gaa ud og boble op gennem Vandet, men stilles Apparatet i Skyggen, gaar der Vand ind i Kuglen, naar den afkøles. Hele Forsøget omtales for dermed at vise, at der er Luft i tilsyneladende tomme Ting.

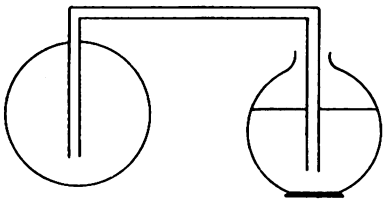


Fig. 3.

Heron, der vistnok lever tre Aarhundreder senere, anfører et lignende Forsøg for at begrunde den samme Anskuelse. I de overleverede Beskrivelser er Forsøget ganske vist meningsløst, men af andre Steder hos *Heron* ses det, at han er vidende om Luftens forøgede Rumfang ved Opvarmning. Han gør imidlertid tillige en hel anden Anvendelse af den, idet han bruger den til at løfte Vand eller fremkalde andre Bevægelser. Formaalet med disse er som oftest at fremkalde Forundring hos dem, der iagttager dem. Han lader f. Eks. Ilden paa Altret udvide Luften i et Hulrum i dette, saa at den presser paa en Vædske og bringer den til at stige og udgyde sig som Drikoffer. I et andet Tilfælde er det indrettet saaledes, at Offerilden, naar den tændes, udvider en Luftmasse, ved hvis Hjælp to Alterdøre aabnes.

Man kan i det Hele sige: Oldtidsforfatterne benytter Luftens Udvidelse ved Varmen, dels for at støtte teoretiske Ræsonnementer, dels som Drivkraft i mekaniske Apparater, særlig saadanne, som skal fremkalde Forundring.

Netop disse to Formaal finder man nu igen hos de fleste af det 17de Aarhundredes Mænd. En af dem, som fra gammel Tid har været nævnet som Termometrets Opfinder, synes at staa ganske med de samme Hensigter som Oldtidens Forfattere. Det er Hollænderen *Cornelius Drebbel*. Der findes af ham en lille

Digitized by Google

Bog „Ein kurzer Tractat von der Natur der Elementen", hvori han beskriver et Apparat, der ganske i Princippet ligner ovennævnte af *Philon*, men han benytter det kun til teoretiske Spekulationer over Vindenes Opstaaen. Han nød i sin Samtid stort Ry, fordi han havde givet Kong Jakob den 1ste af England et „Perpetuum mobile", hvor Vand stadig stiger og synker som Ebbe og Flod i Havet. Den drivende Kraft i dette „Perpetuum mobile" vides nu at have været en indesluttet Luftmængdes Forandring i Tryk paa Grund af den vekslende Temperatur i den omgivende Luft paa Dagens forskellige Tider. *Drebbel* selv omtaler ingensinde, hvorledes Sammenhængen er. Han har aabenbart været af den Anskuelse, som udtrykkes i en Bog fra Datiden: „Det, som henrykker den menneskelige Aand, er en vidunderlig Virkning, hvis Aarsag forbliver ubekendt; giver man til Kende, hvad der ligger til Grund for den, saa gaar den halve Fornøjelse tabt. Finheden bestaar i at bringe Resultaterne frem, men at skjule den til Grund liggende Kunst og at betjene sig snart af denne, snart af hin List for at vække Opmærksomhed for sin Sag". Der er imidlertid fornylig offentliggjort en Række Breve til *Galilæi* fra *Antonini*, der i 1612 var Gesandt i Brüssel. Det er lykkedes ham at opdage den „til Grund liggende Kunst" i det berømte „Perpetuum mobile". *Antonini* beskriver ligeledes et andet »Perpetuum mobile", som *Drebbel* i 1610 overrakte Kejser Rudolph, og saavidt man kan forstaa er Princippet i dette det samme, som i Apparatet paa Fig. 4, hvor Vædsken vil stige eller synke, eftersom Luften i den lukkede Kugle bliver varmere eller koldere. Forresten bliver det udtrykkelig sagt i en Disputats om Termoskopet fra 1655 af Professoren i Fysik ved Københavns Universitet *Jakob Fincke*, at Termoskopet — beskrevet og afbildet som *Sanctorius'* — er indrettet som *Drebbels* Perpetuum mobile.

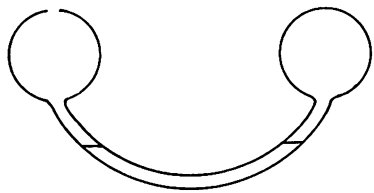


Fig. 4.

Det ses altsaa, at *Drebbel* er en direkte Efterfølger af *Heron*; han bruger Forsøget ganske paa samme Maade som denne, men hans mekaniske Snille lader ham finde paa Snedigheder ved

Digitized by Google

Anvendelsen. Derimod ligger den Tanke ham aabenbart fjernt at bruge sit Apparat til Maalinger. En saadan Tanke — eller rettere sagt den moderne Interesse for det kvantitative — ligger derimod en Elev af *Galilæi* nærmere. *Antonini* laver sig et Apparat i Lighed med *Drebbels* Perpetuum mobile, men forsyner det med en Maalestok, der kan vise ham Forandringens Størrelse, uden at han dog synes at have tænkt paa en stadig praktisk Anvendelse til Temperaturmaaling. Ogsaa her synes det praktiske Livs Mænd at have draget Nytte af Teoretikernes Eksperimenter; i hvert Fald vides det af tilfældige Ytringer i en Strid mellem to Læger fra 1624, at et Apparat som det i Fig. 4 afbildede allerede i mange Aar var bleven brugt til at maale Varmegrad af Vand og Luft ved Badestedet Spa. Staar *Drebbel* saaledes paa den gamle Tids Standpunkt, maa dette ogsaa siges at være Tilfældet med vor Landsmand *Jacob Fincke*. Skønt hans Disputats om Termoskopet er fra et saa sent Tidspunkt som 1655, da forlængst i Italien ret fine eksperimentelle Undersøgelser foretoges med et Vædsketermometer, indeholder den foruden en Beskrivelse af Termoskopet kun Betragtninger over de 4 Elementers Natur. Termoskopet drager ham ind paa disse, fordi det efter hans Mening repræsenterer dem paa en slaaende Maade; det indeholder Luft og Vand; selve Glasset — det faste Stof — er Repræsentant for Jorden, og Ilden — det 4de Element — har været medvirkende, da Glasset blev lavet!

Endnu en mærkelig Side af Tidens Aandsretning findes repræsenteret i Literaturen om Termoskoper fra denne Tid. Det er Protestanternes Tilbøjelighed til Bibelfortolkning for at fastslaa, at dens Udsagn om alle Ting er ufejlbarlige. En typisk Repræsentant for denne Side af Sagen er Englænderen *Robert Fludd*. I sin Philosophia mosayca af 1638 siger han i Indledningen, at Bogen er skrevet som et Vaaben „i den herkuliske Strid, som skal udkæmpes mellem de to dødelige Fjender og stærke Kæmper Sandhed og Falskhed, Guds og Verdens Visdom". Han har da søgt, om han kunde finde et eller andet almindeligt og velkendt Eksperiment eller praktisk Instrument, som kunde tjene Sandheden, og han er da standset ved — Termometret, som særlig egnet til ved sin Virkemaade at give et øjensynligt Bevis for Hedningernes Falskhed og for Sandheden af det, som grundes paa den evige Visdoms Aand.

Digitized by Google

Han meddeler dernæst, at det er en Misforstaaelse, at Termometret er en ny Opfindelse. Han har fundet det i et Manuskript, der er „mer end 500 Aar gammelt“. Han afbilder dernæst det gamle og det ny som paa Fig. 5. *1* er det gamle. Det meddeles, at Kuglen *A* og Røret er af Bly og indeholder Luft, at der er Vand i Beholderen *C* og et Stykke op i Røret, samt at Luften

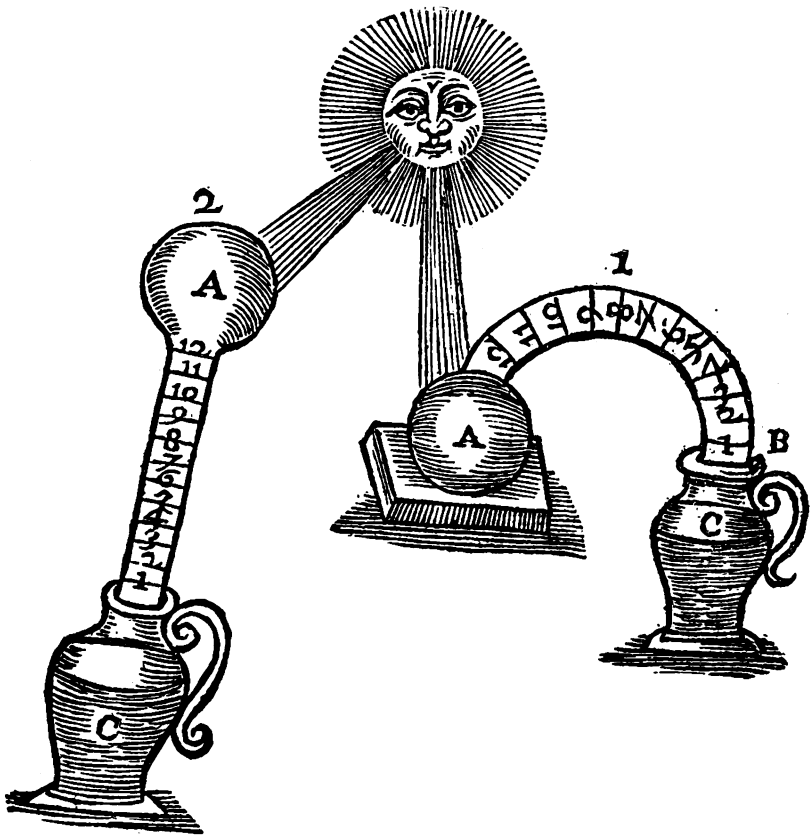


Fig. 5.

i *A* faar Vandet til at synke i Røret, naar Kuglen opvarmes, mens Vandet stiger, naar den igen afkøles; at Inddelingerne er meningsløse, naar Røret er af Bly, omtaler han ikke. Det er vel ikke usandsynligt, at det er *Philons* Blykugle og Rør, der her gaar igen (se Fig. 3). *2* er det nymodens Termometer. Han gaar let

Digitized by Google

hen over, at det er af Glas, og at der derfor er Mening i Inddelingerne. Han inddeler dernæst Termometret som Fig. 6 viser og kalder det en Mikrokosmus (et lille Billede af Jorden); den nederste Halvdel svarer til Sommerhalvaaret, den øverste til Vinter-

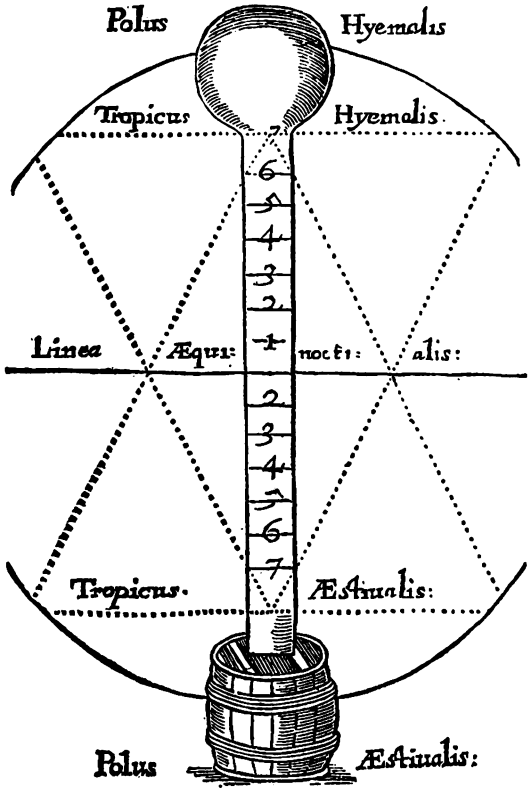


Fig. 6.

halvaaret, og Apparatet viser, at Solen har den Virkning, at presse Vandet ned om Sommeren og løfte det om Vinteren.

Han bruger nu dette Apparat til at bevise Rigtigheden af forskellige af Biblens Udsagn. En af de vigtigste Anvendelser er til at bevise Rigtigheden af en Sætning af Salomon, angaaende Oprindelsen af Floder og Kilder*): Alle Aaer løber i Havet, men

*) „Prædikeren", Kap. 1, Vers 7, Lindbergs Oversættelse.

Digitized by Google

Havet bliver aldrig fuldt; til det Sted, hvorfra Aaerne løb, vender de tilbage for at løbe igen. *Aristoteles* opstiller en anden Anskuelse om, hvor Vandet i Floder og Kilder stammer fra, og det gælder nu for *Fludd* at vise, at „Hedningen" har Uret. Han bruger da Termometret for at gøre det klart og øjensynligt, at Vandet i Kilder og Vandløb kan trække sig ind i Jorden og træde ud igen, og at de maa være fuldere af Vand om Sommeren end Vinteren. Beviset knyttes til hosstaaende Fig. 7.

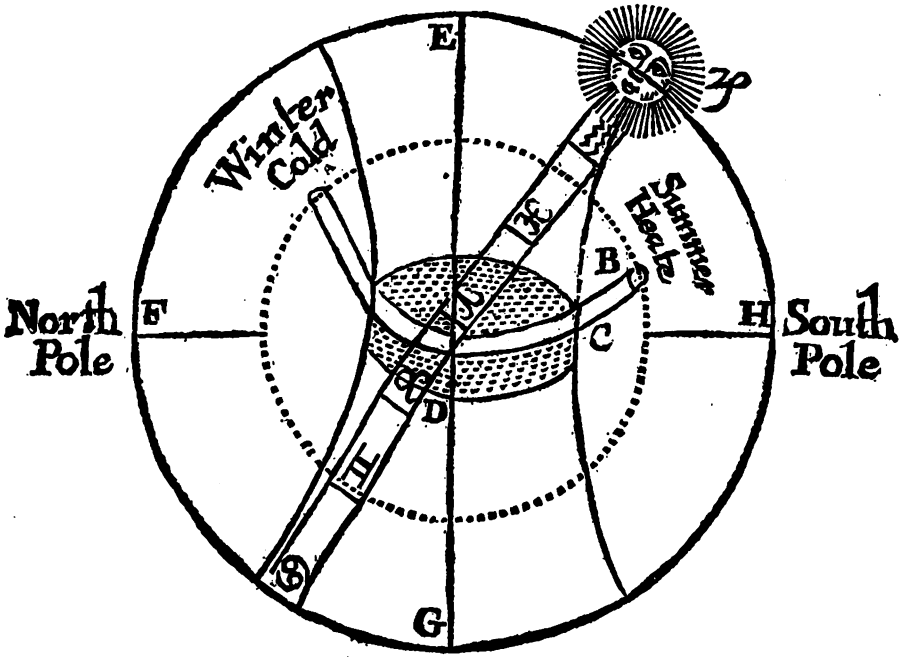


Fig. 7.

Den punkterede Linje er Jordoverfladen, *D* er Havet, *AB* en Aare i Jorden. Solen staar over den sydlige Vendekreds og opvarmer i denne Stilling Luften stærkere paa den sydlige Halvkugle; Vandet i *B* synker da som i Halsen paa Termometret og stiger højt op i *A*; altsaa er Kilden eller Vandløbet mere tomt om Sommeren end om Vinteren, og Vandet søger skiftevis til og fra Havet. Skriften har Ret og „Hedningen" Uret! Det er ganske interessant, at paa samme Tid forfølger en anden Del af den kristne Kirke

Digitized by Google

Galilæi, fordi hans Lære strider mod *Aristoteles*, og Forfølgelsen tager først rigtig Fart, da *Galilæi* søger at vise, at hans Udsagn er i Overensstemmelse med Biblen. Bibelforskningen er ikke andre tilladt end Gejstligheden.

Ogsaa denne Side af det 16de Aarhundredes Naturvidenskab er repræsenteret herhjemme. Ovennævnte *Jakob Fincke* tager i en Disputats om Kuldens Natur sit Udgangspunkt fra Skabelseshistorien i første Mosebog; ud fra Beretningen i 6te og 7de Vers, der meddeler, at paa den anden Dag deltes „Vandene" ved Himmelhvælvingen, begrunder han den Anskuelse, at Kulden paa Jorden stammer fra Mælkevejen, en Anskuelse, der benyttes og omtales med Anerkendelse af *Finckes* Nevø, *Caspar Bartholin*, i en Bog om Sneens Brug i Lægevidenskaben!

Imidlertid udvikler Naturvidenskaben sig samtidigt i moderne Forstand. I Italien forfærdiges der fra Aarhundredets Midte Vædsketermometre, og der udføres med dem saa fine Maalinger, at endog Vandets Rumfangsformindskelse ved ringe Opvarmning over Frysepunktet er vist. Opdagelsen af Lufttrykkets Virkninger lader de mest fremskredne erkende Ufuldkommenhederne ved det hidtil brugte aabne Lufttermometer og med de nyopfundne lukkede Termometre begynder man systematiske Temperaturmaalinger særlig i Italien og i England. Fra nu af bliver Termometret det simple Maaleredskab, som det er den Dag i Dag. Dets glimrende Fortid som „Perpetuum mobile" og som Vaaben i „den herkuliske Kamp" mellem Sandhed og Løgn er forbi.

Digitized by Google

Fysiklærermødet i Sorø i Juli 1906.

Om det elektromagnetiske Grundlag for Mekanikken.

Foredrag ved Fysiklærermødet i Sorø.

Af *C. Christiansen.*

Skønt Elektronteorien næppe er mere end ti Aar gammel, har den dog allerede faaet en meget stor Betydning, ikke alene for Fysikken, men ogsaa for de andre eksakte Naturvidenskaber. Det mest overraskende Resultat, den har ført til, er maaske det, at den kan give en Begrundelse af Mekanikkens Principper, ifølge hvilken disse Principper viser sig som specielle Tilfælde for almindeligere Love. Betydningen heraf bliver endnu større, naar man betænker den Vigtighed, Mekanikken har for alle Videnskaber, idet vi efter vor Tænknings Natur uvilkaarlig søger at bringe al vor Erkendelse ind under den. Man vil derfor vist tilgive mig, om jeg først siger et Par Ord om det hidtidige historiske Grundlag for denne Videnskab.

Der er jo Intet i Vejen for, at vi kan tænke os, at der paa andre Kloder og i andre Solsystemer findes Væsner begavede med lige saa megen Fornuft som Mennesket. Udviklingens Gang maa da hos dem, ligesom hos os, i det mindste for en Del være betinget af de Forhold, hvorunder de lever. Det synes os da, at de Væsner, der bor i et Solsystem, der ligner vort med et stort Centrallegeme som Solen og en Mængde smaa Kloder som Planeterne med deres Maaner er forholdsvis gunstigt stillede. Derved betinges den regelmæssige Afveksling af Dag og Nat og af Aarstiderne, og derved gives et Grundlag for ordnet socialt og økonomisk Liv. Derved stilles der tillige forholdsvis let løselige Opgaver med Hensyn til Forudsigelse af Himmellegemernes Bevægelser. Hvorledes skulle vi være komne afsted dermed, hvis vi f. Eks. havde hørt til et System med flere Sole?

Mekanikken er dannet ved Studiet af Planeternes Bevægelser. Dette Studium bliver jo i høj Grad lettet derved, at Planeterne er af saa ringe Størrelse, at de i de fleste Tilfælde kan behandles

Digitized by Google

som Punkter. Endvidere bevæger de sig i et Rum, der ikke frembyder nogen paaviselig Modstand mod disse Bevægelser og derfor heller ikke kan føre Bevægelsesmængde til dem eller fra dem. Naturen henviser os saaledes selv til at beskæftige os med Problemet om et materielt Punkts Bevægelse i et tomt Rum, og Mekanikken i sin klassiske Form gaar jo ud paa at bringe Alt i Verden ind under denne Opgave.

Hvor stort det Omraade af Astronomien end er, som er bragt ind under de mekaniske Princippers Herredømme, støder man dog allerede der paa Fænomener, som kræver nye Forudsætninger for at forstaas. Dette er saaledes Tilfældet med Kometerne og maaske ogsaa paa andre Punkter. Man har ofte undret sig over, at Tyngden synes at virke momentant, selv i uhyre store Afstande. Herved maa det erindres, at de Hastigheder, som fremkommer i Himmelrummet, vel fra vort Standpunkt kan kaldes store, men dog er smaa i Sammenligning med Lysets Hastighed. Ingen kan vide, hvilke Kræfter der vilde virke imellem Kloder, der havde Hastigheder, som kunde sammenlignes med Lysets Hastighed.

Det synes paa Forhaand udelukket, at Fysiken kunde bidrage noget til Oplysning om disse Ting, da de Hastigheder, hvormed den opererer, i Reglen er langt mindre end Planeternes og Fikstjernernes; alligevel er det jo nu muligt at frembringe Hastigheder, der i hvert Fald kommer Lysets meget nær, ja, der synes ikke at være Noget i Vejen for at overskride denne Grænse. Ikke alene har *J. J. Thomsen*, *Lenard* og flere Andre ad mere indirekte Vej paavist saadanne Hastigheder for Katodepartiklernes Vedkommende, men *Wiechert* har udført Forsøg derover ad mere direkte Vej, som dog har givet samme Resultat. Opgaver, som er uløselige for Astronomien, kan nu studeres og besvares af Fysiken, og herved aabnes helt nye Udsigter for os; hvad der hidtil har staaet som en fjern Mulighed, bliver nu til en Virkelighed; vi kan nu søge og finde en Begrundelse af Bevægelseslærens Hovedlove paa elektromagnetisk Grund; *Newtons* Love for Bevægelsen viser sig da at være specielle Anvendelser af langt almindeligere Sætninger.

Frem for alt bliver Spørgsmaalet dette: hvorledes lader Legemernes Inerti sig udlede af Elektromagnetismen? Dette frembyder ingen Vanskelighed; man gaar her ud fra *Lenz*'s Lov. Sættes

Digitized by Google

et Legeme, der bærer en elektrisk Ladning, i Bevægelse, eller forandres dets Bevægelse, saa vil det være det samme som at sige, at der opstaar elektriske Strømme, der forandrer Tilstanden i det omgivende magnetiske Felt, som saa igen vil gøre Modstand imod Bevægelsen, en Modstand, der maa være proportional med den indtraadte Forandring i Bevægelsen. Men dermed har vi netop faaet Inertiens Lov frem. Herimod kunde man indvende, at Inerti ikke er betinget af Tilstedeværelsen af elektriske Ladninger paa Legemerne, men dette falder bort. naar man med Elektronteorien antager, at Legemerne bestaar af Elektroner, d. v. s. overordentlig smaa Rum, der indeholder elektriske Ladninger; i et uelektrisk Legeme er der blot lige meget af begge Slags Elektricitet. Hver enkelt Ladning frembringer sin Del af Inertien; dens Størrelse er betinget af Summen af alle de enkelte Ladningers Inerti, idet Elektronernes Udstrækning er forsvindende i Forhold til deres Afstand.

Om Inertiens Størrelse danner man sig et Begreb paa følgende Maade: Vi tænker os, at en elektrisk Ladning e bevæger sig med Hastigheden v. Antages den foreløbig at udfylde Rummet $dS \,.\, ds$, hvor ds er parallel med v, saa er $ev = \varrho \,.\, dS \,.\, ds \,.\, v = cids$, hvor i er Strømstyrken i elektromagnetisk Maal. Den magnetiske Kraft $\mathfrak{H}$ i det omgivende Rum er da med let forstaaelige Betegnelser ifølge Biot og Savarts Lov, idet c er Lysets Hastighed

$$\mathfrak{H} = \frac{ev \sin\theta}{r^2 c};$$

den magnetiske Energi i Rummet

$$W_e = \frac{1}{8\pi} \int_a^\infty \mathfrak{H}^2 \,.\, 2\pi r^2 dr \sin\theta d\theta = \frac{1}{3} \frac{e^2 v^2}{ac^2}.$$

Efter Elektronteorien skal Elektronernes levende Kraft være lig den magnetiske Energi, altsaa haves tillige

$$W_e = \tfrac{1}{2} mv^2,$$

som giver

$$m = \tfrac{2}{3} \frac{e^2}{ac^2},$$

idet Elektronen tænkes at være en Kugle med Radius a. Det maa dog bemærkes, at denne Beregning kun er en Tilnærmelse til Sandheden; dette ligger i, at der, naar et nyt magnetisk Felt dannes, induceres elektriske Forskydninger i Æteren.

Digitized by Google

Den store Betydning, det har for al Naturvidenskab, at man i Stedet for de tilsyneladende saa forskellige Kvaliteter som Masse eller Stof og Elektricitet, kun behøver en eller rettere to, nemlig positiv og negativ Elektricitet, behøver ikke at paapeges. Og med Massen maa ogsaa de forskellige Massearter, Grundstofferne, forsvinde af Naturvidenskaben, det Hele opløser sig i Elektricitet; alt reduceres til forskellige Grupperinger af Elektricitetsmængder.

Man faar derimod et nyt Problem, Problemet om Atomets Bygning. Ved fornemmelig at gaa ud fra *Zeemans* Opdagelse af Magnetismens Indvirkning paa glødende Dampes Spektre er *J. J. Thomsen* kommet til at give følgende Billede af et Atoms Bygning. Han antager, at det Rum, som Atomet indtager, paa den ene Side indeholder positiv Elektricitet, som er jævnt fordelt over Rummet; heri er indeholdt en Mængde Elektroner, hvis samlede Ladning er lig Atomets positive Ladning, men hvis Dimensioner er overordentlig smaa i Forhold til Atomets Udstrækning. Disse Elektroner beskriver Baner, som kan være meget forskellige, deres Omløbstider kan tænkes at svare til Svingningstiderne for Spektrallinjerne, men Banerne kan ogsaa være sammensatte paa lignende Maade som Planetbanerne efter det Ptolemæiske System. Iøvrigt er Forholdene i Atomets Indre endnu lidet kendte. Man vil antage, at de forskellige Grundstoffers Atomer væsentlig adskiller sig ved Antallet af Elektroner, der findes i dem; de Grundstoffer, hvis Atomtal er stort, maa antages at indeholde flest Elektroner. Af det ovenfor givne tilnærmede Udtryk for en Elektricitetsmængdes Masse følger, at Atomets Masse fornemmelig vil afhænge af Elektronernes Antal; den positive Ladning derimod vil kun bidrage lidt til Massen, da den er udbredt over et langt større Rum.

Naar et Atom afgiver en Elektron til Omgivelserne, bliver det til en monovalent Kation, afgiver det to, faas en divalent Kation og saaledes videre. Dette sker blandt andet, naar der dannes Katodestraaler, eller naar der falder utraviolet Lys paa en Metalplade, der befinder sig i et luftfortyndet Rum. Efter *Lenard* finder det samme Sted ved den positive Pol i den elektriske Lysbue; Kationerne kan da kendes paa deres Spektre. Optager et Atom derimod en Elektron i sig, bliver den til en Anion.

Kommer en Elektron i Nærheden af en Kation, kan de danne et nyt System, der kan lignes ved en Dobbeltstjerne; de vil da

Digitized by Google

beskrive Baner om hinanden, men Atomet faar paa Grund af sin store Masse kun ringe Bevægelse. Efter *Stark* udsender en saadan Forbindelse et Baandspektrum, medens Kationen udsender et Linjespektrum. Beviset herfor ligger i, at Bærerne af Baandspektre ikke kan paavirkes af et magnetisk Felt; de danner nemlig et System, som er elektrisk neutralt.

I Elektronteorien, saaledes som den navnlig er udviklet af *H. A. Lorentz*, gaar man ud fra, at der ikke findes andet i Rummet end positiv og negativ Elektricitet; Tilstanden i Rummet er altsaa fuldstændig bestemt, naar man kender Elektricitetens Tæthed ϱ og dens Hastighed $\mathfrak{v}$ i ethvert Punkt. Af ϱ og $\mathfrak{v}$ kan nu den elektriske Kraft $\mathfrak{E}$ og den magnetiske Kraft $\mathfrak{H}$ i ethvert Punkt bestemmes ved Hjælp af den almindelige Elektricitetslære i den af *Maxwell* givne Form. Den kan sammenfattes i fem Ligninger.

I. Ifølge *Gauss*'s Theorem er Overfladeintegralet af den elektriske Kraft 4π Gange den af Fladen omsluttede Elektricitetsmængde; naar $\mathfrak{E}_n$ betegner den paa dS normale Komposant af $\mathfrak{E}$, haves altsaa

$$\int \mathfrak{E}n \, dS = 4\pi \int \varrho d\tau,$$

idet dS er et Overfladeelement, $d\tau$ et Rumfangselement.

II. Paa samme Maade haves for den magnetiske Kraft

$$\int \mathfrak{H}n \, dS = 0.$$

III. Ifølge en Sætning af *Maxwell* er det Arbejde, de magnetiske Kræfter udfører, naar en Nordpol med Enhed af Magnetisme gaar rundt i en lukket Bane s, lig 4π Gange den Elektricitetsmængde i, som i et Sekund gaar igennem en ved s begrænset Flade. Altsaa er

$$\int \mathfrak{H}_s \, ds = 4\pi \, i,$$

hvor $\mathfrak{H}_s$ er Projektionen af $\mathfrak{H}$ paa ds og i maales i elektromagnetiske Enheder. Her bestaar i dels af Konvektionsstrømmen

$$\frac{1}{c} \int \mathfrak{v}_n \varrho dS, \; c \text{ er Lysets Hastighed i det tomme Rum,}$$

dels af Polarisationsstrømmen

$$\frac{1}{4\pi} \int \frac{d\mathfrak{E}_n}{dt} \, dS.$$

Altsaa er

$$\int \mathfrak{H}_s \, ds = \frac{4\pi}{c} \int \mathfrak{v}_n \, \varrho dS + \int \frac{d\mathfrak{E}n}{dt} \, dS.$$

Digitized by Google

IV. Ifølge Induktionsloven er den elektromotoriske Kraft i en lukket Kreds lig den Hastighed, hvormed Antallet af omsluttede Kraftlinjer aftager:

$$c \int \mathfrak{E}_s \, ds = - \frac{dN}{dt} = - \frac{d}{dt} \int \mathfrak{H}_n \, dS.$$

V. Disse fire Relationer bestemmer $\mathfrak{H}$ og $\mathfrak{E}$, naar ϱ og $\mathfrak{v}$ er givne. Det maa dog erindres, at $\mathfrak{E}$ og $\mathfrak{H}$ angiver Størrelsen af de Kræfter, der virker paa hvilende Enheder af Elektricitet eller Magnetisme. Det er dog ogsaa nødvendig at kende den paa en bevæget Elektricitetsenhed virkende Kraft, som kaldes $\mathfrak{F}$. Den faas ved at sammensætte $\mathfrak{E}$ med en Kraft, der er analog med den Kraft, der virker paa et Strømelement i et magnetisk Felt. Denne Kraft er som bekendt

$$i \, ds \, \mathfrak{H} \, sin \, (\mathfrak{H}, ds) = \frac{1}{c} \, e \, \mathfrak{v} \, \mathfrak{H} \, sin \, (\mathfrak{H}, \mathfrak{v}),$$

den paa en elektrostatisk Elektricitetsenhed bliver altsaa

$$\mathfrak{F} = \frac{1}{c} \, v \, \mathfrak{H} \, sin \, (\mathfrak{H}, \mathfrak{v});$$

denne Kraft, som er vinkelret paa $\mathfrak{v}$ og $\mathfrak{H}$, er det, som skal sammensættes med $\mathfrak{E}$ for at give $\mathfrak{F}$.

Man behøver ikke i Elektronteorien at søge et Udtryk for den paa en magnetisk Enhedspol virkende Kraft, da det i denne Teori antages, at der ikke eksisterer nogen virkelig Magnetisme.

Da Erfaringen viser, at Elektriciteten findes i stærkt koncentreret Tilstand i Elektronerne, er de elektriske Kræfter ikke de eneste, der eksisterer; der maa være Kræfter til af en os ganske ubekendt Natur, som forhindrer Elektronernes Ladninger i at sprede sig. Den simpleste Maade, paa hvilken man kan indføre disse Kræfter, er at tænke sig Ladningen bunden til visse uforanderlige Flader eller Legemer paa en saadan Maade, at dens Tæthed ikke kan forandres. Vi faar saaledes, hvad man kunde kalde et fast elektrisk System. Den simpleste tænkelige Elektron faas ved at tænke sig, at en Kugleflade med en meget lille Radius a er beklædt med Elektricitet af konstant Overfladetæthed σ; den Ladning er altsaa $e = 4\pi a^2 \sigma$. Deres Egenskaber er studerede af *H. Abraham* og vi skal senere komme tilbage til den.

Gaar man ud fra, at de elektriske Ladninger enten er fuldkommen frie eller ogsaa bundne til, hvad man kunde kalde et

Digitized by Google

fast Stillads, saaledes som det foran er beskrevet, kan man udlede nogle almindelige Sætninger, der er analoge med de fra Mekanikken bekendte Sætninger om Arbejde og Energi, om Bevægelsesmængder og Kræfter og om Bevægelsesmængdernes Momenter.

Den paa en bevæget Elektricitetsenhed virkende Kraft er foran betegnet med $\mathfrak{F}$. Udtrykkes det Arbejde, som udføres af Kræfterne $\mathfrak{F}$ i en Tidsenhed, finder man ved Benyttelsen af Ligningerne I—V

$$A + \frac{dW_e}{dt} + \frac{dW_m}{dt} + \frac{c}{4\pi}\int \mathfrak{E}\mathfrak{H}\, sin\,(\mathfrak{E}\mathfrak{H})\, dS = 0,$$

hvor W_e og W_m henholdsvis udtrykker den elektriske og den magnetiske Energi i det af S begrændsede Rum, altsaa

$$W_e = \frac{1}{8\pi}\int \mathfrak{E}^2\, d\tau, \quad W_m = \frac{1}{8\pi}\int \mathfrak{H}^2\, d\tau.$$

$\frac{c}{4\pi}\mathfrak{E}\mathfrak{H}$ er den Poyntingske Vektor, som udtrykker den Energimængde, der i et Sekund strømmer igennem en Fladeenhed, som indeholder Retningerne af $\mathfrak{E}$ og $\mathfrak{H}$. Ligningen udtrykker altsaa, at Arbejdet A, der udføres af Kræfterne, sker paa Bekostning dels af Systemets Energi $W_e + W_m$, dels af den Energi, der strømmer ind i det fra Omgivelserne.

Forskellen mellem denne Sætning og det tilsvarende Teorem i den almindelige Mekanik er den, at Elektronteorien antager, at der finder en Energistrøm Sted overalt. hvor der blot findes elektriske og magnetiske Kræfter. At en saadan Strømning af Energi findes i Naturen, uden at der behøves noget Legeme til at bære Energien, har vi et Eksempel paa i Lysstraalernes Gang gennem det tomme Rum.

Den anden Hovedsætning i Mekanikken, der udsiger, at et Systems Tilvækst i Bevægelsesmængde er lig Summen af Produkterne af Kræfterne og Tiden kan ogsaa udledes af Elektronteorien. For at finde Tilvæksten i Bevægelsesmængden M, søges Udtrykket for $\frac{dM}{dt} = \int \mathfrak{F}\varrho d\tau$. Naar Integrationen udstrækkes over hele Systemet, faar man, at

$$\text{(C)} \qquad \int \mathfrak{F}\varrho\, d\tau + \frac{1}{4\pi c}\frac{d}{dt}\int (\mathfrak{E}\mathfrak{H})\, sin\,(\mathfrak{E}\mathfrak{H})\, d\tau = 0,$$

hvor Integration saavel som Summation opfattes geometrisk.

Digitized by Google

Heraf ser man, at Sætningen om Aktion og Reaktion ikke gælder i Elektronteorien, thi denne kræver, at der til enhver Kraft svarer en lige saa stor Modkraft, der for det hele System maa give $\frac{dM}{dt} = 0$. Derimod kan man sætte

$$(D) \qquad M + \frac{1}{4\pi c}\int (\mathfrak{E}\mathfrak{H})\, sin\, (\mathfrak{E}\mathfrak{H})\, d\tau = \text{konstant.}$$

Vil man altsaa ogsaa for Elektronteorien fastholde Sætningen om Ligestorheden af Aktion og Reaktion, nødes man til at antage, at der eksisterer en Bevægelsesmængde af en ny Art, som er udtrykt ved det andet Led paa venstre Side i (D), og som er afhængigt af den elektriske og magnetiske Kraft paa Stedet.

Denne nye Bevægelsesmængde er altsaa ikke bundet til Tilstedeværelsen af noget Legeme eller til nogen synlig Bevægelse. Den giver altsaa Æteren Evne til at virke som et bevæget Legeme; Æteren kan altsaa baade modtage og afgive Bevægelsesmængde til Legemerne.

Et Eksempel herpaa har vi i det af *Maxwell* først udledede Lystryk, hvis virkelige Tilstedeværelse er paavist af *Lebedew* og *Hull*. Naar Solen udsender Lys, reagerer dette paa Solen og giver den en Bevægelsesmængde i modsat Retning af den, i hvilken Lyset bevæger sig; naar Lysstraalen igen rammer Jorden, faar denne en Bevægelsesmængde i Lysets Retning; det er altsaa som om Lysstraalen havde ført en Bevægelsesmængde med sig.

Man kan ogsaa udtrykke det saaledes: Ifølge *Newtons* 3dje Lov er Aktion og Reaktion lige store. Man forudsætter her, at de virker samtidigt; skøndt *Newton* ikke udtrykkelig har sagt det, har han dog sikkert underforstaaet det. Men den *Maxwell*'ske Elektricitetslære saavel som Elektronteorien fører, som vi har set, til, at det ikke altid er saaledes, og det er vel sandsynligst, at denne Lov overhovedet kun er en Tilnærmelse til Sandheden; der synes at være Grund til at antage, at der altid forløber nogen Tid, inden Reaktionen indtræder.

Denne nye Form for Bevægelsesmængde spiller en stor Rolle i mange Tilfælde; et særlig elegant Eksempel derpaa har *J. J. Thomsen* givet ved at anvende den paa de elektromagnetiske Kræfter mellem en Magnet og en elektrisk Strøm. I et saadant System findes der baade elektriske og magnetiske Kræfter, altsaa

Digitized by Google

ogsaa en elektromagnetisk Bevægelsesmængde. De i et saadant System virkende Kræfter kan udledes af Sætningen om, at Momentet af de mekaniske og de elektromagnetiske Bevægelsesmængder altid er konstant.

Ved at gaa ud fra den elektromagnetiske Bevægelsesmængde, kan man komme til Elektronens Masse. Bevæger en Ladning e sig med Hastigheden $\mathfrak{v}$, saa er

$$\mathfrak{E} = \frac{e}{r^2}, \quad \mathfrak{H} = \frac{e\mathfrak{v} \sin\theta}{r^2 c}.$$

Bevægelsesmængden i Rumfangsenheden i den ved $\mathfrak{v}$ bestemte Retning er altsaa

$$\frac{1}{4\pi c} \mathfrak{E}\mathfrak{H} \sin\theta.$$

Bevægelsesmængden for hele Elektronen findes heraf at være

$$\frac{2}{3}\frac{e^2}{ac^2}\mathfrak{v},$$

hvilket giver den forud fundne Værdi for Massen.

Som ovenfor bemærket er denne Værdi for Elektronens Masse kun tilnærmelsesvis rigtig. Gaar vi ud fra den foran beskrevne, af *Abraham* indførte Form for Elektronen, finder man, at dens Bevægelsesmængde G er lig

$$G = \frac{e^2}{2ac}\left(\frac{1+\beta^2}{2\beta^2} \log\frac{1+\beta}{1-\beta} - \frac{1}{\beta}\right),$$

hvor $\beta = \frac{\mathfrak{v}}{c}$. Udvikles i Række faas heraf

$$G = \frac{e^2}{2ac}\left(\left(1+\frac{1}{3}\right)\beta + \left(\frac{1}{3}+\frac{1}{5}\right)\beta^3 + \ldots\right)$$

Man ser heraf, at Bevægelsesmængden vokser hurtigere end Hastigheden. Deraf følger, at en Elektrons Masse ikke som det er Tilfældet i den almindelige Mekanik, er uafhængig af Hastigheden og af Kraftens Retning i Forhold til Banen. I Tilfælde af, at den paa Elektronen virkende Kraft K gaar i Bevægelsens Retning, bestemmes K ved Ligning

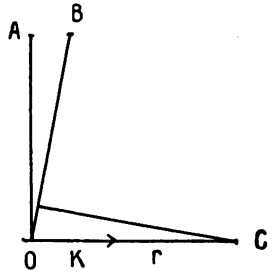
$$K\,dt = dG = \frac{dG}{d\mathfrak{v}}\frac{d\mathfrak{v}}{dt}\,dt,$$

som i Forbindelse med $K = m_1 \frac{d\mathfrak{v}}{dt}$ giver

$$m_1 = \frac{dG}{d\mathfrak{v}}.$$

Digitized by Google

Er Kraften derimod vinkelret paa Bevægelsen, findes Massen m_2 saaledes. Lad en Elektron bevæge sig med Hastigheden v i Retning OA og lad $AO = G$ være dens Bevægelsesmængde. Elektronen er paavirket af Kraften K i en Retning OC, der er vinkelret paa OA. Elektronen vil da beskrive en Cirkel omkring et Punkt C, samtidig skifter Bevægelsesmængden Retning og bliver fra OA til OB. Den i Tiden dt tilkommne Bevægelsesmængde er da, idet $AOB = da$



$$G\,da = K\,dt,$$

men man har tillige, at $rda = v dt$, hvoraf følger, at

$$\frac{v}{r} G = K = \frac{m_2 v^2}{r}$$

$$m_2 = \frac{G}{v}.$$

Altsaa bliver for *Abrahams* Elektron

$$m_1 = \frac{e^2}{2ac^2}\left(\frac{4}{3} + \frac{8}{5}\frac{v^2}{c_2} + \ldots\right)$$

$$m_2 = \frac{e^2}{2ac^2}\left(\frac{4}{3} + \frac{8}{15}\frac{v^2}{c^2} + \ldots\right)$$

Begge Masser bliver uendelige for $v = c$, det er, naar Elektronens Hastighed er lig med Lysets Hastighed.

At Elektronernes Masse vokser med deres Hastighed stemmer med *Kaufmanns**) Iagttagelser. Han benyttede de saakaldte β-Straaler, som underkastedes Indvirkning af et elektrisk og magnetisk Felt.

Om Spektralundersøgelse.

Foredrag holdt ved Fysiklærermødet i Sorø af *Martin Knudsen*.

Den nyere Tids spektralanalytiske Undersøgelser er især rettede paa at studere Spektrenes fineste Detailler, og dertil er der bleven udviklet særlige Metoder og konstrueret nye Apparater.

---

*) Drudes Ann. Bd. 19, S. 387, 1906.

Digitized by Google

Begynder vi med det kontinuerte Spektrum, som dannes af Lyset fra et glødende fast Legeme, bliver vi snart færdige med Detaillerne, da det kontinuerte Spektrum netop udmærker sig ved Mangel paa Struktur. *Newton* forklarede jo det kontinuerte Spektrums Fremkomst derved, at det hvide Lys, som danner det, er en Sammensætning af alle spektrale Farver, eller som vi nu udtrykker det: at hvidt Lys er sammensat af Straaler med alle Svingningstider eller Bølgebredder. Denne Forklaring synes man nu at være ved at komme bort fra, idet man nu søger Aarsagen til Spektralfarvernes Fremkomst i vore Spektroskoper. Man forestiller sig, at Lysgiveren ikke sætter Æteren i regelmæssige Svingninger, men giver den en Række skarpe, uregelmæssige Stød, som først i Spektroskopets Prisme eller Gitter ved en Slags harmonisk Analyse uddeles i eller laves om til de regelmæssige Svingninger, som kendetegner det ensfarvede eller homogene Lys.

Udsender et Legeme derimod regelmæssige Svingninger, som en lysende Luftart eller Damp gør det, faar vi de karakteristiske Linjespektra, og af deres Bygning og Opførsel under forskellige Forhold kan man gøre sig Haab om at lære noget om Legemernes Bygning i de mindste Detailler. Man forestiller sig nu et Atom bestaaende af en eller nogle faa Partikler, der er ladede med positiv Elektricitet og en hel Mængde ganske smaa Partikler, ladede med negativ Elektricitet. Disse sidste kaldes Elektroner. Man antager, at Elektronerne bevæger sig i forskellige Baner om de større positive Centrallegemer, som Planeter om Solen. En ladet Partikel, der bevæger sig rundt i en Bane, virker paa Omgivelserne som en elektrisk Strøm, og giver Anledning til de elektriske Forskydninger, som vi opfatter som Lys. Omløbstiden for en Elektron antages da lig med Svingningstiden for det Lys, som den udsender. — Befinder den Flamme, som indeholder den betragtede Elektron, sig i et magnetisk Felt, vil den, hvis Banen er parallel med Kraftlinjerne, ikke paavirkes af Feltet, er Banen derimod vinkelret paa Kraftlinjerne, vil de Elektroner, som løber den ene Vej rundt, faa deres Bane gjort mindre og dermed deres Omløbstid mindre, medens de Elektroner, der løber den anden Vej rundt, faar deres Bane udvidet og dermed en større Omløbstid. Disse Forandringer i Svingningstid eller Bølgebredde for det udsendte Lys under magnetiske Kræfters Paavirkning (*Zeemans*

Digitized by Google

Forsøg) er overordentlig ringe. Med de stærkeste magnetiske Kræfter, som vi kan tilvejebringe, bliver Forandringen i Bølgebredde kun 0,05 $\mu\mu$. Til Sammenligning hermed kan tjene, at Forskellen mellem *D* Linjernes Bølgebredde er 0,6 $\mu\mu$, altsaa mere end 10 Gange saa stor. Nu skal der et ganske godt Spektroskop til at se de gule Natriumlinjer adskilte, og selv med de største Prismespektroskoper ser man kun yderst ringe Spor af Zeemanvirkningen. Der maa Apparater til med større Opløsningsevne.

Et saadant Apparat har man i et stort *Rowlands* Konkavgitter. Et stort Gitter er ridset paa et Hulspejl af poleret Spejlmetal, der gaar 800 Ridser paa hver Millimeter, Ridserne er 5 cm. lange, den ridsede Flades Bredde næsten 15 cm. og Spejlets Krumningsradius 6 Meter. Gitteret opstilles som Fig. 1 viser. De punkterede Linjer er stærke Jernbjælker, af hvilke to fastliggende danner Kateterne i en retvinklet Trekant, medens den tredje danner Hypotenusen. Den er saaledes anbragt, at dens Endepunkter kan glide paa Kateterne. Spalte, Gitter og Kamera er anbragte, som Figuren viser. Et Gitter giver flere forskellige Spektre, men som Regel er der kun et eller to af dem, som duer, hvilke det er, retter sig efter Formen af den Diamant, hvormed Ridserne er trukne; de andre Spektre bliver for lyssvage. Da et Spektrum bliver flere Meter langt, kan man naturligvis kun overse en ringe Del ad Gangen, naar man benytter et stærkt forstørrende Okular. Man bruger forøvrigt mest at fotografere Spektret, idet en lille fotografisk Plade anbringes paa Okularets Plads.

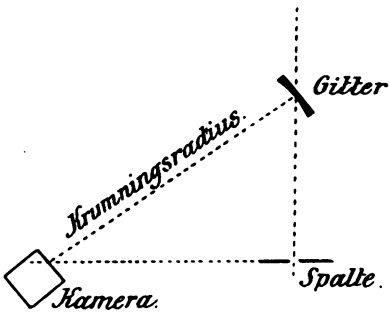


Fig. 1.

En ganske anden Form for et Gitter, det saakaldte Trappegitter, er konstrueret af *Michelson*. 10 à 20 lige tykke Glasplader lægges ovenpaa hinanden, saa de danner en Trappe, som Fig. 2 viser, saa alle Trappeafsatserne bliver lige store. Er Pladetykkelsen *d*, Glassets Brydningsforhold for det benyttede Lys *n*, vil to paralelle Straaler *a* og *b* faa en optisk Vejforskel paa $(n-1)d$ ved

Digitized by Google

at passere gennem Trappen. Er Bølgebredden for det benyttede Lys λ, og har man f. Eks. $(n-1)d = p\lambda$, hvor p er et helt Tal, interfererer de to Straaler a og b, saa vi faar Lys i den Retning, hvori de kom ind i Apparatet. I Retningen a_1 og b_1 faar vi ogsaa Lys, naar Stykket x er lig λ, og i Retningerne mellem a og a_1 faar vi Mørke. Denne Trappe virker altsaa som et Gitter med saa mange Ridser, som vi her har Plader, og det anbringes i et almindeligt Spektroskop paa Prismets Plads, benyttes følgelig med Kollimator og Kikkert.

Benyttes to forskellige Slags monokromatisk Lys, hvis Bølgebredder λ og λ_1 er overordentlig lidt forskellige, har man med Tilnærmelse $(n-1)d = p\lambda = p_1\lambda_1$. Er p her et helt Tal, vil p_1 rimeligvis ikke være det, og vi faar altsaa to Linjesystemer. Var p_1 tilfældigvis lig med $p + 1$, vilde de to Linjesystemer dække hinanden, og man har da

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{p+1}{p} = 1 + \frac{1}{p}$$

$$\frac{\lambda - \lambda_1}{\lambda_1} = \frac{1}{p}.$$

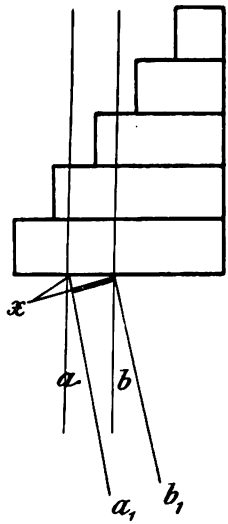


Fig. 2.

Er hver Glasplade 1 cm. tyk og er $\lambda = 500\ \mu\mu = \frac{1}{2} \times 10^{-4}$ cm., samt er $n = 1\frac{1}{2}$, giver $(n-1)d = p\lambda$ at $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}p \times 10^{-4}$ eller $p = 10000$.

De to Linjesystemer dækker altsaa hinanden, naar deres Bølgebredder er $^1/_{10000}\ \lambda = 0{,}05\ \mu\mu$ forskellige, og er de kun halvt saa meget forskellige, falder de to Linjesystemer midt imellem hinanden. Af deres indbyrdes Beliggenhed kan man med andre Ord finde Forholdet mellem deres Bølgebredder. Indeholder det benyttede Lys mange forskellige Bølgebredder, faar man et Virvar af Linjer; man maa derfor med dette Apparat undersøge hver enkelt Spektrallinje for sig, idet man benytter to Spektroskoper. Ved Hjælp et Prismespektroskop dannes et Spektrum paa Spalten af det Spektroskop, i hvilket Prismet er erstattet af Trappen.

En anden Metode til Undersøgelse af de enkelte Spektrallinjer er udarbejdet af *Perot* og *Fabry*, *Lummer* og *Gehrke*. Lad os

Digitized by Google

betragte en Glasplade, Fig. 3, i hvilken der kan finde gentagen Tilbagekastning Sted. Den indfaldende Straale a, der har Indfaldsvinklen i og Brydningsvinklen b, spaltes i Straalerne a_0, a_1, a_2 o. s. v., samt b_1, b_1, b_3 o. s. v. Mellem to paa hinanden følgende af Straalerne b_1, b_2, b_3 o. s. v. er der en konstant Vejforskel, der af Figuren ses at være $2nd \cos b$, hvor n er Pladens Brydningsforhold, d dens Tykkelse. Skal Straalerne interferere. saa der kommer Lys, saa maa man have

$$2nd \cos b = p\lambda, \text{ hvor } p \text{ er et helt Tal.}$$

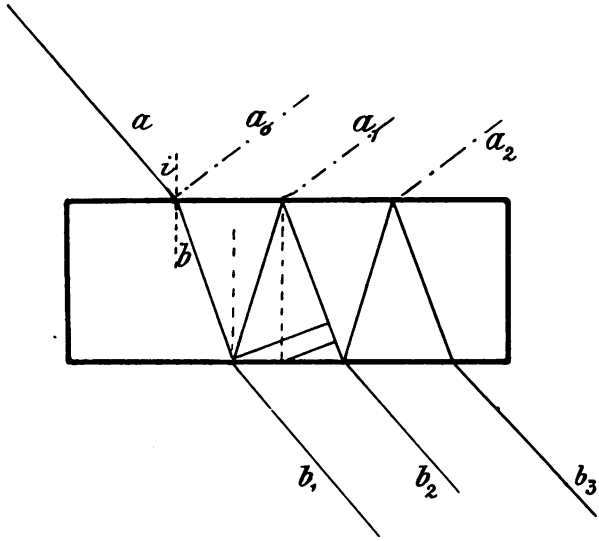


Fig. 3.

Kommer Lyset næsten vinkelret ind paa Pladen, er $\cos b$ tilnærmelsesvis $= 1$, er Pladen 1 cm. $= 10^7$ $\mu\mu$ tyk og Brydningsforholdet $\frac{3}{2}$ og $\lambda = 500$ $\mu\mu$, har man

$$2 \times \tfrac{3}{2}\, 10^7 = p\, 500, \text{ hvoraf } p = 60000.$$

Holder man Øjet tæt til Pladen og ser gennem den paa en lysende monokromatisk Flade, f. Eks. en Natriumflamme, ser man en hel Mængde koncentriske lyse Ringe. For hver af disse Ringe er p et bestemt helt Tal, for den næste Ring er p bleven 1 større eller mindre. Mellem Ringene, hvor vi har Mørke, er p et bruddent

Digitized by Google

Tal. Benyttes Lys af en lidt anden Bølgebredde λ_1, kunde man f. Eks. have $2nd \cos b = (p + 1)\lambda_1 = p\lambda$, hvoraf

$$\frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{p + 1}{p} = 1 + \frac{1}{p}; \quad \frac{\lambda - \lambda_1}{\lambda_1} = \frac{1}{p}.$$

De to Ringsystemer dækker altsaa hinanden, naar Forskellen mellem deres Bølgebredder er $\frac{\lambda_1}{p}$, altsaa i dette Eksempel $\frac{500}{60000}$ $\mu\mu$ $= \frac{1}{120}$ $\mu\mu = 0{,}008$ $\mu\mu$, og er Vejforskellen halvt saa stor, falder de to Ringsystemer midt imellem hinanden og ses tydelig hver for sig. For at Straalerne b_2, b_3 o. s. v. ikke skal blive for svage i Forhold til b_1, kan man forsølve Forsiden af Pladen, saa a_0, a_1 og a_2 forsvinder, medens a kommer ind gennem et lille Hul i

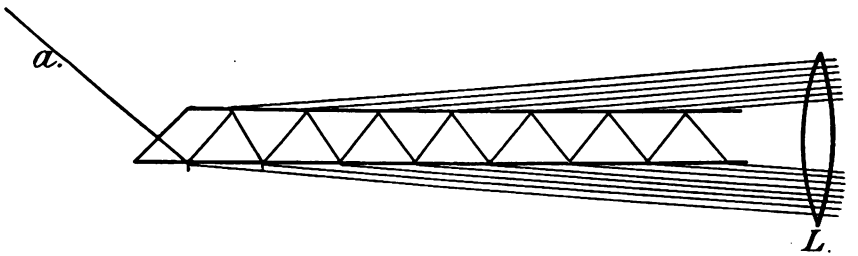


Fig. 4.

Forsølvningen. Den anden Side af Pladen overtrækkes med et Lag Sølv, der er saa tyndt, at det delvis lader Lyset gaa igennem.

I Stedet for at lade Lyset falde næsten lodret ind paa Pladen, kunde man lade det komme saaledes ind, at Vinklen b næsten bliver saa stor som Grænsevinklen for den fuldstændige Tilbagekastning. Glaspladen (*Lummer-Gehrcke* Pladen) maa da være temmelig lang. Lyset kommer ind gennem en skraa Endeflade, som Fig. 4 viser. L er Kikkertens Objektiv. I Nærheden af den fuldstændige Tilbagekastning er Glasoverfladens Tilbagekastningsevne stor, saa kun en ringe Del af Lyset slipper ud gennem Overfladen ved hver Tilbagekastning. Derved faar man mange Reflekser, og det er en Betingelse for, at man skal faa skarpe Linjer ved Interferensen. Lyset gaar ved L ind i en Kikkert, der er indstillet paa uendelig. I Kikkerten ser man da en Række Linjer, der dog egentlig er smaa Dele af koncentriske Ringe med stor Radius.

Digitized by Google

Fysikundervisning i Gymnasiets math. naturvidensk. Afdeling.

Indledningsforedrag til Diskussion af *F. Barmwater.*

Mine Damer og Herrer! Det mest bemærkelsesværdige ved det Forslag til en kgl. Anordning, som er indgivet til Ministeriet af Prof. *Gertz*, er jo for Fysikens Vedkommende Kravet om praktiske Øvelser og den stærke Fremhæven af Eksperimentet. Der staar om Fysikundervisningen paa den mat.-naturv. Linje, til hvilken jeg her alene skal holde mig, bl. a.: Undervisningen drives *eksperimentelt* i saa stort Omfang som muligt. Til praktiske Øvelser anvendes der mindst en Tid, der svarer til 2 Timer ugentlig i et Aar.

Om det her udtalte *Princip* antager jeg, der nu er almindelig Enighed, Spørgsmaalet, mener jeg, er derimod: *Hvad skal der forstaas ved praktiske Øvelser*, hvad skal vi give vore Elever at bestille ved disse?

Jeg skal da straks fastslaa, at „praktiske" Øvelser ikke maa tages i den Betydning, at det væsentlig skal være Øvelser, som har Betydning i det praktiske Liv, altsaa som Eleverne maaske senere kan faa Lejlighed til at anvende som Ingeniører, Medicinere, Farmaceuter el. lign. Nej, de eneste Formaal, vi har at følge, maa være de rent pædagogiske. Og hvad vil saa det igen sige? Ja det vil sige, mener jeg, at vi overalt skal være betænkte paa at stille vore Elever overfor selve de Love og de Fænomener, om hvilke Undervisningen i det hele taget kan komme til at dreje sig i Skolen, og lade dem udføre saadanne Forsøg, som enten er lette, direkte Anvendelser af og Prøver paa det teoretiske Materiale, eller bedre, som fører til de Love, om hvilke Undervisningen skal dreje sig, saaledes at Eleven i saa stor Udstrækning som gørligt kommer til at øve sin Skarpsindighed paa af udførte Maalinger at udlede disse Love. Øvelserne skal derfor først og fremmest være Maaleøvelser gaaende ud paa at finde eller prøve Love som f. Eks. Mariottes Lov, Brydningsloven, Coulombs Lov, Joules Lov m. m. At dette meget vel lader sig gøre ved Skoleforsøg, skal jeg vise ved et Par Eksempler. (Her blev gennemgaaet nogle Apparater og Maalinger, som dog ikke skal gentages her, da de dels er om-

Digitized by Google

talte tidligere i Tidsskriftet, dels vil findes i Indlederens nye Lærebøger).

Desforuden skal jeg kortelig omtale en Del andre Øvelser, som jeg mener egner sig til Skolebrug uden at trætte Dem med en udførlig Gennemgang af disse, særlig da en Del af dem vil være Dem bekendt fra, hvad jeg tidligere har skrevet om dette Æmne. (Her blev ca. 50 Øvelser omtalt, som vil findes paa de nævnte Steder).

De ser saaledes, at der er et rigt Udvalg af brugbare Øvelser, langt flere end der rimeligvis vil kunne overkommes i den knapt tilmaalte Tid. Heri ser jeg imidlertid ingen Ulykke. Som De vil have lagt Mærke til, er de Øvelser, jeg har valgt, næsten alle saadanne, at de kan bruges som Demonstrationsforsøg udførte af Læreren. og det er netop det jeg mener, de skal være; *Øvelserne skal ikke bringe en Forøgelse af Stoffet*, men de skal omfatte saadanne Forsøg. som vi alligevel — selv om vi ingen Øvelser fik — vilde udføre for vore Elever enten alene eller med disses Assistance; ogsaa paa denne Maade kan der nemlig drives en i mange Henseender udmærket Undervisning. — Øvelserne og de udførte Eksperimenter bliver saaledes det Grundlag, hvorpaa Undervisningen bygges op, og det nye skal ikke først og fremmest være det, at Eleverne faar nogen Færdighed i at haandtere Apparater — en Færdighed, som det jo egentlig slet ikke er Skolens Sag at meddele dem — men nok saa meget, at hvad de lærer, grunder sig paa Forsøg, som er udførte — ikke af en *Regnault* eller andre af de store Navne — men af dem selv, eller hvis Udførelse de i hvert Fald har overværet.

Herved kommer jeg saa ind paa mit andet principale Punkt, det nemlig, at Apparaterne skal være saa enkle og usammensatte som muligt, hvad jeg ogsaa bestræbte mig for at fremhæve før under Gennemgangen af Eksemplerne. Ikke alene vore sparsomt tildelte Pengemidler, men ogsaa rent pædagogiske Grunde, mener jeg, nødvendiggør dette. Lader vi Eleverne benytte kostbare, indviklede Apparater, saaledes som man finder dem angivne i de udenlandske Prisfortegnelser, risikerer vi, at Undervisning og Eksamination kommer til at dreje sig om Apparatbeskrivelse; naar man tidligere har anket over, at det matematiske Hjælpeapparat ved sin Vanskelighed drog Opmærksomheden bort fra det fysiske

Digitized by Google

Stof, vilde vi ved for indviklede Apparater komme lige saa langt paa den anden Side af det, der bør være det centrale i Undervisningen, nemlig de fysiske Fænomener selv og de Love, der regerer dem.

Naar det har været fremhævet, at Eleverne skulde lære de store Fysikeres Arbejder og Navne at kende, for derigennem at vække dels deres historiske Sans, dels Respekten for det med al Omhu gennemførte Eksperiment, da maa jeg hertil bemærke, at dette vel saa helst burde ske ikke ved en flygtig Omtale af dem, som det kan ske i en Lærebog, men ved at Eleverne fik Lejlighed til at læse selve Originalafhandlingerne; dette kan naturligvis kun ske i meget ringe Udstrækning i Skolen og kun for lettere Tings Vedkommende; anvendt som et Supplement til den øvrige Undervisning kan Metoden være god, men Hovedundervisningen mener jeg bør ledes, som jeg her har skitseret den.

I *Diskussionen* deltog særlig Overlærer *Schmidt*, Adj. *Christensen*, Adj. *Neersøe*, Overlærer *Matthiessen*, Professor *Christiansen*, Prof. *Tuxen*, Prof. *Ellinger* og Indlederen. I det Væsentlige var der Enighed om, at Undervisningen maa drives eksperimentelt og at Elevøvelser bør optages; derimod var Meningerne delte om, hvorvidt man staar sig ved at have mange Øvelser med billige Apparater, eller man hellere maa anskaffe de kostbare Apparater og nøjes med faa. Overl. *Schmidt* var Talsmand for det sidste, hvorimod Dr. *Barmwater* og Prof. *Ellinger* mente, at Apparaterne ikke maatte være saa sammensatte, at de tog Interessen fra selve Øvelsen eller var for vanskelige at bruge. Ligeledes var en Del af Forsamlingen med Indlederen enig i, at Undervisningen burde bygges paa Elevernes og Lærerens eksperimentelle Arbejde, hvorimod en anden Del med Overl. *Schmidt* og Prof. *Ellinger* vilde trække Videnskabsmændenes Arbejder frem som det vigtigste, da Fysiken jo ogsaa var Kulturhistorie. Hvad Lærebøgerne angik, mente Prof. *Ellinger* og Adj. *Christensen*, at det heldigste vilde være at bruge en kortfattet Lærebog i Teorien og ved Siden deraf at have en Bog med mange Øvelser, saa hver Lærer deri kunde finde, hvad der passede ham. Dr. *Barmwater* bemærkede dertil, at han netop med velberaad Hu havde blandet Teori og Øvelser.

Digitized by Google

Prof. *Ellinger* ønskede, at Fordringen om Eksamination i de afholdte Øvelser skulde gaa ud af Anordningen, han frygtede, at Pensumet derved vilde blive indskrænket; man kan ogsaa lære Folk for lidt. Absolut Enighed var der om, at Lærerne ikke var rustede til at gennemføre Undervisningen efter den nye Metode, og at det var ønskeligt, at Ministeriet vilde give Penge til Afholdelse af Kursus i praktisk Fysik og til Anskaffelse af Apparater ved Skolerne. Overl. *Schmidt* fandt det ogsaa gavnligt, om Lærerne blev sat i Stand til at overvære hinandens Undervisning. Prof. *Tuxen* lovede at støtte Lærerne. Han mente, at Prof. *Gertz*'s Forslag næppe blev kgl. Anordning, og at Eksamensfordringerne nok kunde ændres.

Der nedsattes et Udvalg, der efter Diskussionen om Realklassen suppleredes med 2 Medlemmer til; Udvalget udarbejdede et Andragende til Ministeriet. Det indeholdt 3 Punkter:

1) Ansøgning om Oprettelse af Kursus i praktisk Fysik.

2) Forslag til Eksamensordning: der opgives 2 Afsnit og af de 3 andre kun Elevøvelser.

3) I Realklassen læses: Afsnit af Varmelæren, elementær Elektroteknik, Energilære. Undervisningen drives eksperimentelt, Elevøvelser anbefales.

Alle 3 Punkter vedtoges efter en meget livlig Diskussion, og Udvalget bemyndigedes til at indsende Andragendet.

Sally Salomonsen.

Fysikundervisning i Gymnasiets sproglige Retninger.

Indledet af *F. Matthiessen.*

Indlederen beklagede, at det blev nødvendigt paa Grund af den stærkt fremrykkede Tid at fatte sig i størst mulig Korthed.

Ifølge Prof. *Gertz*'s Plan, der er den eneste hidtil foreliggende, vil der blive tildelt de to sproglige Retninger 2 + 2 + 2 Timer til Naturfag.

Skolen kan vælge at anvende disse Undervisningstimer:

1) alene til Geografi og Naturhistorie;

2) alene til Naturlære;

Digitized by Google

3) til udvalgte Emner, saavel fra Geografi — Naturhistorie som fra Naturlære. I dette sidste Tilfælde skal Astronomi høre med til Stoffet.

Tilfælde Nr. 1 giver, saavidt jeg kan se, ingen Grund til Diskussion. Denne kommer altsaa til at dreje sig om Tilfælde Nr. 2 og Nr. 3. Hvad først Nr. 2 angaar, vil den Skole, der vælger dette Tilfælde, efter Prof. *Gertz*'s Plan have at følge en Læseplan, der i det Væsentlige falder sammen med den af Lærerforenings Udvalgene fremsatte. (Planen oplæses).

Jeg beklager, at det ikke udtrykkeligt er anbefalet at gennemgaa visse Partier ved Læsning af Afhandlinger eller i Foredragsform. Metoden vilde egne sig godt f. Eks. for det historiske Stof, der skal medtages. Men ogsaa paa andre Omraader kunde den anvendes. Man vilde paa den Maade kunne faa udvidet Stofmængden ikke ubetydeligt. Og med den korte Tid, der er til Raadighed og med den Aldersklasse, der her er Tale om, tror jeg, at man gennem Læsning af passende Afhandlinger og gennem Foredrag lettest vækker Interessen og styrker Lysten til gennem Selvlæsning senere at udvide sine Kundskaber.

Jeg nærer nogen Mistillid til, hvad der paa denne Linje kan naas gennem praktiske Øvelser. Jeg tror, at Tiden er for kort, og at af *den* Grund Hovedvægten maa lægges paa at vække Interessen og spænde Videbegærligheden, mindre paa at gaa i Dybden.

Hvad Tilfælde Nr. 3 angaar, forudsætter jeg, at vi Alle er tilfredse med, at Astronomi er sat som obligatorisk Fag.

Skolen skal sørge for, at de to Ugetimer ikke anvendes den ene til Geologi og den anden til Astronomi. Ogsaa dette tror jeg vi Alle kan billige. Men saa maa det altsaa ordnes saaledes, at Astronomi faar begge Timerne i et halvt Aar eller i et helt Aar, alt efter Skolens Skøn I saa Tilfælde er der Intet i Vejen for at dele Undervisningen, saa én underviser i Geologi — Naturhistorie og en anden i Naturlære. Og da vilde jeg meget anbefale at lade Astronomien docere af Fysiklæreren, der har Tilsyn med de astronomiske Apparater og er fortrolig med deres Brug.

Jeg forudsætter iøvrigt, at Almanakøvelser kommer til at spille en fremtrædende Rolle ved Astronomiundervisningen, omtrent i den Udstrækning, der antydes ved Dr. *Barmwaters* Artikler i Fysisk Tidsskrift. Iøvrigt antager jeg, at Ingen tænker paa at foreslaa

Digitized by Google

noget fysisk Pensum for Tilfælde 3. Skal der læres Geologi og Astronomi, bliver der ikke saa megen Tid tilovers, at det vil lønne sig at tage noget Afsnit af den almindelige Fysik op.

Sammenligner vi Prof. *Gertz*'s Skema med det, der forelaa, da Lærerforeningernes Udvalg traadte sammen, synes det mig, at Prof. *Gertz*'s er det mest tiltalende. Ganske vist bliver det muligt, at ingen af de sproglige Retninger faar Astronomi. Men mon mange Skoler vil vælge Tilfælde Nr. 1. Der er Haab om, at det overvejende Antal vil vælge Nr. 2 eller 3. I saa Fald faar begge Retninger Astronomi.

Jeg kunde ønske, at det her i Dag ret kunde blive fremhævet, hvor beklageligt det vilde være, om unge Mennesker her til Lands, i *Tycho Brahes* og *Ole Rømers* Fædreland, nu til Dags blev Studenter, ɔ: fik Almendannelsens Stempel, uden at de havde Kendskab til Sol, Maane eller Planeters Gang paa Himlen, uden Forestilling om Afstandene i Universet, om Stjerneskud, om Kometer, om Sol- eller Maaneformørkelser.

Diskussionen: Cand. mag. *H. Rasmussen* mente, at de støkiometriske Love burde medtages, de kunde bygges op paa Forsøg i 2 Timer i $^1/_2$ Aar.

Cand. mag. *Simonsen* hævdede, at Eleverne i denne Afdeling godt var i Stand til at udføre Øvelser, da de var vant dertil fra Mellemskolen, men Retningen havde staaet sig ved at faa mere Tid til Naturfagene. Med det givne Timetal var det bedst at udelade Naturlære og kun medtage noget Astronomi. Det tidligere lærte vilde faa Anvendelse i Geologien. Den store Valgfrihed paa disse Retninger var han glad ved.

Adj. *Norup* mente, at den vilde virke generende ved Overflytning af Elever fra en Skole til en anden.

Sally Salomonsen.

Digitized by Google

Fysikundervisning i Mellemskolen.

Indledning til Diskussion af *A. Andersen.*

Medens Mellemskoleloven var under Opsejling var næsten alle Fysikere enige om Nødvendigheden af fysiske Skoleøvelser; Almenskoleloven blev given under samme Forudsætning, og man tillagde Fysiken et i Forhold til de andre Fag stort Timetal. Tanken synes opgivet ved de fleste Skoler, men bør sikkert kaldes til Live igen; ellers gaar det os, som det gaar Enhver, der begraver sit Pund. Taleren fremførte Eksempler paa, at Reaktionen allerede var begyndt. Fejlen ligger i de anvendte Metoder. For at en Metode skal være holdbar i Længden under vore Forhold, maa den ikke stille for store Fordringer til Eleverne, Arbejdet maa være overkommeligt for Læreren og Udgiften ikke for stor. Indlederen sammenlignede dernæst de forskellige Metoder. Den induktive Metode stiller for store Fordringer til Eleverne i den Alder; den af Fru *Meyer* i Fysisk Tidsskrift angivne Metode gør Arbejdet uoverkommeligt for Lærerne, medens den af Indlederen i alle tre Mellemskoleklasser ved Frederiksborg Statsskole prøvede Metode ingen Vanskeligheder volder i Praksis.

Indlederen omtalte derefter nærmere Metoden, og hvad der kan opnaas ved den: Der opnaas ikke, som tilsigtet ved den induktive Metode, at Eleverne selv kommer til de fysiske Love og Resultater ved Forsøg, heller ikke faar de Lejlighed til at konstatere Rigtigheden af alle de gennemgaaede Love; men de udfører dog saa mange Forsøg, at Selvarbejdet yderligere vækker deres Interesse for og dybere Forstaaelse af Fysiken, og hvad Indlederen sætter mest Pris paa: Fysiken lærer dem her under de gunstigste Forhold at arbejde med Nøjagtighed og Præcision, ligesom Matematiken lærer dem at tænke korrekt. Betydningen heraf vil sikkert Ingen underkende, hvis Eleven gaar over i praktisk Virksomhed eller skal fortsætte i Gymnasiet.

Til Slutning advarede Indlederen imod at udvikle Disciplenes tekniske Færdighed, naar man ikke samtidig fik Tid til at gøre dem opmærksom paa de utallige „Forsøg", de ved hvert Skridt er Vidne til, og ved Teoriens Hjælp systematisk at sammenkæde disse. Her ligger det dannende Moment i Fysikundervisningen.

Digitized by Google

Diskussionen: Cand. mag. *Simonsen* mente, at der i det hele var Fremgang for fysiske Øvelser, og at man ved Anvendelse af disse naaede videre end ved andre Metoder. Iøvrigt mente han, at man maatte kombinere forskellige Metoder og afpasse dem efter de forskellige Hold. Øvelser, der kommer efter Teorien, maa blive kvantitative, men paa Begyndelsesstadiet er det heldigt at have kvalitative Øvelser.

Overl. *Lauritzen* ønskede, at man i Lærebøgerne kunde komme bort fra det nu anvendte Babysprog, det tiltalte ikke Børnene.

H. Rasmussen fandt det heldigt, at samme Lærer havde alle Naturfagene, da han saa kunde lægge Stoffet til Rette, saa de nødvendige Forudsætninger altid var til Stede.

Prof. *Tuxen* var overbevist om, at Naturlæren var et godt Fag i Mellemskolen, saa Staten burde støtte det. Det disciplinerer ved den Ordenssans, det udvikler, men Undervisningen bør gives til Skolens ældre, faste Lærere. *Sally Salomonsen.*

Fysikundervisning i Realklassen.

Indledningsforedrag til Diskussion af *H. Jepsen.*

Der er under Forhandlingerne blevet udtalt, at Realskolerne vanskeligt vil kunne gennemføre en eksperimentel Undervisning i Fysik; jeg nærer ikke disse Betænkeligheder, idet jeg tror, der er mange, der baade kan og vil, naar blot Betingelserne er til Stede. Faren for, at en saadan Undervisning ikke kan gennemføres, ligger i Undervisningsinspektionens Forslag for Realklassen. Dette Forslag omfatter saa stort et Pensum, at det vil umuliggøre en eksperimentel Undervisning. Fordringerne er mindst lige saa store som til Alm. Forberedelseseksamen, idet Fordringerne om Opgaveløsning vil nødvendiggøre en Repetition af de foregaaende Aars Pensum. Da der ikke i Forslaget med et Ord er nævnt, at Forsøget skal danne Grundlaget, mens derimod den matematiske Begrundelse er fremhævet, mener jeg at have Ret til at gaa ud fra, at det har været tilsigtet at beholde den gamle Form for Under-

Digitized by Google

visningen. Ganske vist staar der i Forslaget til Eksamensbestemmelser, at Eleverne skal være fortrolige med de omhandlede Apparater, men det er saa ubestemt, at det er vanskeligt at have nogen Mening om, hvor meget det betyder. Den store Stofmængde skal i hvert Fald nok hindre en altfor stor Fortrolighed. Ved Forslaget er vi saa bundne baade til Metode og Stofvalg, at al fri Rørelse er udelukket, og det var dog ikke Meningen med Realklassen.

Man vil maaske sige, at det ikke har saa stor Betydning, om man det ene Aar skal blive i de gamle Baner. Jeg mener, det kan faa meget uheldig Indflydelse paa hele Fysikundervisningen i de rene Realskoler. Realklassen er der Endemaalet, og ganske langsomt vil man i Mellemskolen ændre sin Undervisning efter Realklassens, og Realskolerne vil snart staa udenfor Reformen.

At Inspektionens Forslag har mange Tilhængere i Realskolekredse, tvivler jeg ikke om; men jeg er ikke sikker paa, at det er af pædagogiske Grunde. Det er snarere Frygten for ikke at beholde „Rettighederne", hvis man ikke bliver ved det gamle, og særlig frygter man Polyteknisk Læreanstalt og Landbohøjskolen. Er der fra disse Anstalter udtalt, at man helst ønskede Fysikundervisningen saa nær op ad Alm. Forberedelseseksamen som mulig? Jeg kan ikke se, at en Elev, der kommer med Mellemskolens Fysikundervisning og med Realklassens Uddybning af enkelte Afsnit og med Øvelse i at arbejde selvstændig, ikke skulde være mindst lige saa kvalificeret som en Elev med Alm. Forberedelseseksamen.

Jeg vil henstille til det Udvalg, der i Dag nedsættes, at gøre et energisk Forsøg paa at ændre Inspektionens Forslag i følgende Retning:

1) Forsøget skal saa vidt muligt danne Grundlaget for Undervisningen.
2) Det foreslaaede Pensum reduceres.
3) Der tillades Skolerne større Valgfrihed.
4) Bemærkningen om Opgaver udgaar.
5) En Del af Tiden kan anvendes til Elevøvelser.

Diskussionen fastslog, at det fremkomne Udkast til Anordning om Realklassen ikke var tilfredsstillende. Det stillede for

Digitized by Google

store Fordringer og var upædagogisk. Nogle mente, at man ingen Anordning skulde have, saa længe man ikke vidste, hvad der kunde naas i Mellemskolen. Dette blev modsagt af Adj. *Sundorph*, der troede, at der af 2det og 3die Punkt i Forslaget sammen med nogle valgfri Afsnit kunde laves noget godt. Overlærer *Lauritzen* mente, at naar Eksamen ikke fik en saadan Karakter, at den gav de samme Rettigheder som den gamle, var Klassen dødsdømt. Polyt. og farm. Læreanstalter var ikke blevne spurgt om, hvilke Fordringer de vilde stille. Prof. *Prytz* sagde, at polyt. Læreanstalt kun var interesseret i Studentereksamen, da der efter Realeksamen følger et Adgangskursus. Man vil som nu fordre 3 Sprog og mindst g. i Dansk. Prof. *Tuxen* havde tænkt sig, at Realklassen skulde have Højskolekarakter og give almindelig Dannelse uden Hensyn til de forskellige Institutioner. I Norge sygnede Realklassen hen. Det var Landstinget, der havde ført Realeksamen nær op ad den gamle Forberedelseseksamen.

Det den foregaaende Dag nedsatte Udvalg suppleredes med 2 Medlemmer og bemyndigedes til at tage sig af Realklassen.

I den paafølgende Diskussion kæmpede Cand. mag. *Simonsen* og Cand. mag. *H. Rasmussen* for Valgfrihed i Lighed med den, der var tilstaaet de andre Naturfag. Udvalgets Forslag vedtoges. (Afsn. af Varmel., elementær Elektroteknik, Energilære, eksperimentel Undervisning, Elevøvelser). *Sally Salomonsen.*

Nomenklatur i Kemien.

Af

E. Wesche.

Det af „Kemisk Forening" nedsatte Udvalg angaaende Nomenklaturen ved Skoleundervisningen i Kemi (Fys. Tidsskr. 4. Aarg. 5. H.), har nu afsluttet sit Arbejde med en Betænkning, som vil blive afgivet ved K. F.s første Møde (d. 9. Oktbr.). Betænkningen omsendes for Tiden trykt til K. F.s Medlemmer, samt til en Del Kemilærere,

Digitized by Google

gennem de respektive Organisationer. Den af Udvalget enstemmig foreslaaede Nomenklatur bliver gennemført i den nye Udgave af Prof. *Emil Petersens* Lærebog i uorg. Kemi, der benyttes ved den elementære Kemiundervisning ved Universitetet og Polyteknisk Læreanstalt. Ligeledes har Farmakopé-Kommissionen vedtaget at benytte den i den nye danske Farmakopé. — Saa langt Oplaget af Udvalgsbetænkningen strækker til, kan Enhver, som interesserer sig for Sagen, faa tilsendt et Eksemplar ved Henvendelse til K. F.s Sekretær, Hr. cand. polyt. *A. C. Andersen*, Carlsberg Laboratorium, Valby.

Øvelser paa Gymnasiets mat.-naturv. Linje.

Hvis der melder sig et tilstrækkeligt Antal Deltagere, er det min Hensigt at afholde et mindre Kursus for Lærere og Lærerinder i praktiske Øvelser i Fysik, særlig passende for Gymnasiets mat.-naturv. Linje. Kursuset, som er gratis, holdes paa Metropolitanskolen en Gang om Ugen i to sammenhængende Timer; det begynder i November og tænkes at vare ca. fire Maaneder. Deltagerne faar Lejlighed til selv at udføre en Række Øvelser, der har været brugte som Skoleøvelser, ligesom der vil blive Diskussion om, hvilke Øvelser, der egner sig til Brug, hvilke Apparater, der kan anvendes, og deres Pris. Tiden er foreløbig sat til Onsdag $6^1/_2$—$8^1/_2$, men kan forandres. Anmeldelse om Deltagelse bedes sendt til Aaboulevarden 9 B 4 (træffes i Reglen 5—6).

Th. Sundorph.

Digitized by Google

En Metode til Fremstilling af kontinuerlige elektriske Bølger og disses Anvendelse til traadløs Telegrafi.*)

Af

Vald. Poulsen.

Det er mit ærefulde Hverv her i Aften at beskrive og demonstrere en Metode til Fremstilling af udæmpede elektriske Bølger og tillige give nogle Meddelelser om disse Bølgers Anvendelse til en traadløs Telegrafi, som efter de Forsøg at dømme, der i nu ca. $1^1/_2$ Aar har været anstillet dermed i Danmark, vil faa en stor Betydning som Efterretningsmiddel. Anvendelsen af de udæmpede elektriske Bølger har nemlig vist sig, i Overensstemmelse med Teorien, at give et traadløst Telegrafsystem med en saa stor Afstemmelighed, at, i Modsætning til, hvad der er mulig

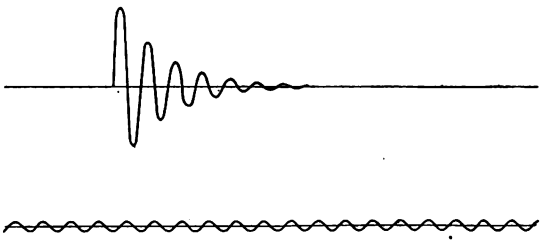


Fig. 1.

ved Gnisttelegrafen, mange Stationer samtidig kan telegrafere over samme Omraade uden at forstyrre hinanden.

Medens de hidtidige elektriske Bølger, der jo stødvis med forholdsvis meget store Tidsmellemrum udsendes ved Hjælp af en Gnistoscillator, er at ligne ved de Lydbølger, der frembringes ved et Pistolskud, er de kontinuerlige elektriske Bølger derimod at ligne ved de Lydbølger, der frembringes af f. Eks. en Stemmegaffel, der svinger vedblivende Anbringes en saadan *Stemmegaffel* i

*) Foredrag holdt i „Dansk Ingeniørforening" den 31. Oktober 1906, samt i „Teknisk Forening" den 8. November. Til dette Foredrag var Medlemmer af Selskabet for Naturlærens Udbredelse indbudte.

Digitized by Google

Nærheden af et Klaver, vil, som bekendt, kun den Streng i dette, som har samme Svingningstal, komme i Svingning, tone med, medens de andre Strenge forbliver tavse. Et *Pistolskud* derimod vil bringe alle Strengene i Klaveret til at tone. Forskellen mellem dæmpede og udæmpede Bølger er fremstillet grafisk paa Fig. 1.

Da man hidtil ikke har kunnet fremstille udæmpede Bølger, egnede til traadløs Telegrafi og deres Anvendelse som nævnt er det principielle i det nye traadløse Telegrafsystem, falder det naturligt først at beskrive den Anordning, hvormed saadanne udæmpede elektriske Bølger virkelig kan frembringes.

Netop med det Maal for Øje at opnaa en mere fuldkommen traadløs Telegrafi end den hidtidige, har Fysikere og Teknikere arbejdet ret ivrigt paa at frembringe udæmpede elektriske Bølger. I Virkeligheden syntes man ikke at være langt fra Løsningen efter

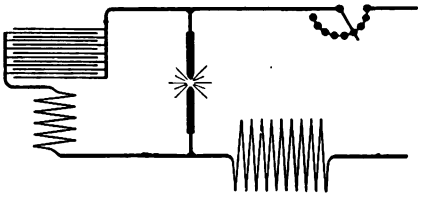


Fig. 2.

den engelske Fysiker *Duddells* Iagttagelse af følgende Fænomen i Aaret 1899: Hvis man parallelt med en elektrisk Lysbue, der fødes med Jævnstrøm, anbringer en Vekselstrømkreds med passende Kapacitet og Selvinduktion (Fig. 2), vil under visse Betingelser Buen tone; samtidig optræder der i Vekselstrømkredsen en Vekselstrøm, der har samme Vekseltal som Buens Tone. En Del af Jævnstrømmen transformeres med andre Ord til Vekselstrøm med konstant Amplitude, idet nemlig den forbrugte Energi erstattes fra Jævnstrømmen. Ifølge *Duddells* Udvikling er det nødvendigt, at følgende Betingelser er tilfredsstillede, for at Buen kan blive „musikalsk". Hvis dV er en lille Variation i Buens Spændingsfald i Tiden dt, svarende til den halve Periode, og dI er den tilsvarende Variation i Strømmen gennem Buen, da maa Forholdet $\frac{dV}{dI}$ være negativt og numerisk større end Modstanden i

Digitized by Google

Vekselstrømkredsen. Disse Betingelser kunde opfyldes, naar Buen dannedes mellem Homogénkul.

Set fra et Vekselstrømstandpunkt, maa det siges, at *Duddell* opnaaede meget høje Vekseltal, nemlig indtil 30—40,000 Svingninger pr. Sek.; set fra de elektriske Bølgers Standpunkt, er Vekseltallet for lavt og Intensiteten af Vekselstrømmen for ringe. Ogsaa ad andre Veje, elektriske og mekaniske, har man forgæves prøvet at naa Maalet: udæmpede elektriske Bølger af tilstrækkelig høj Frekvens og Intensitet.

For ca. 3 Aar siden fandt imidlertid Foredragsholderen det Middel, der saa at sige forvandler et fysisk Eksperiment, den musikalske Lysbue, til en fysisk-teknisk Maskine for Fremstilling af udæmpede elektriske Bølger. Midlet er — simpelt sagt — de ekstraordinære Omstændigheder, hvorunder en elektrisk Lysbue befinder sig i en *Brintatmosfære.* Dersom man anvender en lignende Opstilling som den paa Fig. 2 viste, men lader Lysbuen være anbragt i Brint eller en brintholdig Atmosfære, kan man under visse Betingelser opnaa langt højere Vekseltal end før, for Eks. *1 Mill. Svingninger pr. Sek. eller mere.* At det virkelig er udæmpede Bølger, vi da har at gøre med, er paavist paa flere Maader i Laboratoriet, men træder iøvrigt tydelig frem ved næsten alle Forsøg, saavel som ved Anvendelsen i den traadløse Telegrafi.

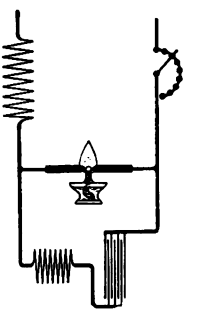


Fig. 3.

Ved de første Eksperimenter med Buen i brintholdig Gas var Kullene og Buen opstillede horizontalt, saaledes at Buen og de tilgrænsende Dele af Elektroderne bekvemt kunde anbringes fuldstændig i det Indre af en Spiritusflamme eller Gasflamme, altsaa i Spiritusdamp eller Gas (Fig. 3). Med Gas, Brint og Æter opnaaedes højere Frekvenser end med Spiritusdamp. Ogsaa Ammoniak gav hæderlig Virkning.

For at give Svingninger maa Buen trækkes ud til en vis Længde. Denne Længde kan derefter ofte formindskes lidt og i alle Tilfælde forøges noget, uden at Svingningerne hører op. Den Længde, med hvilken Buen giver Svingningerne, vil vi for Nemheds Skyld kalde den „aktive Længde". Den aktive Længde vokser

Digitized by Google

med Fødestrømstyrken, men aftager, naar Svingningstallet vokser. Forholdet mellem Selvinduktionen og Kapaciteten i Svingningskredsen kan varieres indenfor vide Grænser, uden at Svingningerne svigter. Ved passende Dimensioner af Selvinduktion og Kapacitet i Svingningskredseu kan man iagttage, hvorledes Gassen eller Partikler i Gassen ligesom drives ud af Buen med en egen susende Lyd.

I Begyndelsen antog jeg, at Brintens ejendommelige og heldige Indvirkning paa Buen og de tilgrænsende Dele af Elektroderne hovedsagelig skyldtes Brintens store Afkølingsevne. At Buen afkøles stærkt, naar den anbringes i Brint, kan vel anses for sikkert. Sikkert er det ogsaa, at rent Kvælstof som Medium for Buen tillader skellig højere Svingningstal end atmosfærisk Luft; Ilten synes altsaa at være en skadelig Faktor, enten det nu skyldes den stærkere Opvarmning af Buen og Elektroderne, som Forbrændingsvarmen giver Anledning til, eller det skyldes en mekanisk Dæmpning, fremkaldt af den kemiske Reaktion, eller det eventuelt skyldes begge Omstændigheder. Brintens specifike Overlegenhed som Medium for den svingende Bue hænger selvfølgelig nøje sammen med Brintens specifike Egenskaber. Med Brintatomets store Hastighed følger baade den store Ledningsevne for Varme og den *store Ioniseringshastighed.* Rimeligvis er Virkningen saaledes ikke blot en thermisk, men tillige en elektrisk.

Anbringes Brintbuen i et stærkt *Magnetfelt,* bliver Spændingsfaldet gennem Buen i Almindelighed meget stort i Forhold til Buens „Længde", f. Eks. 440 Volt ved 3 mm Buelængde; man kan under disse Omstændigheder forøge Selvinduktionen i Svingningskredsen betydeligt paa Kapacitetens Bekostning, hvad der igen foranlediger, at Vekselspændingsforskellen mellem Belægningerne paa Kondensatoren kan blive meget stor. Iøvrigt har Erfaringen vist, at Anvendelsen af Magnetfeltet i Almindelighed giver Systemet en større Nyttevirkning, end der kan opnaas uden Magnetfelt. Anvendelsen af et transversalt Magnetfelt gør tillige den Nytte, at Buens Stilling i Forhold til Elektroderne er geometrisk vel defineret, hvilket naturligvis er af Betydning for Svingningernes Konstans. Magnetfeltet tilvejebringes bekvemt ved Hjælp af Elektromagneter, hvis Viklinger samtidig kunde fungere som Drosselspoler (Fig. 4).

Som Elektroder er ikke blot Kul mod Kul anvendelig; bedre

Digitized by Google

Virkning giver i Almindelighed en Kulkatode imod en Kobberanode, der, naar større Strømstyrke anvendes, maa afkøles stærkere, end det kan ske ved Brinten. Anoden er paa den viste Tegning (Fig. 5) indrettet til at afkøles ved Hjælp af rindende Vand. Den Del af Anoden, som Buen udgaar fra, bestaar af en Kobberring, der kan udskiftes, naar der er gaaet for meget Kobber væk. Slitagen er iøvrigt paafaldende ringe. Kulkatodens Slitage er i Reglen negativ, idet der efterhaanden aflejres sig Kulstof der, hvor Buen dannes. For at Buelængden kan holdes konstant over en længere Tid, kan man derfor lade Kullet rotere om sin Akse. Magnetfeltet holder Buen drevet op, saaledes at den staar mellem Elektrodernes øvre Rande. Paa Tegningen ses, at Profilerne af begge Elektroder er dannede saaledes, at Buen nødvendigvis stiller sig mellem Randene. I Reglen kan almindelige Cylindre af Kul dog benyttes; kun bør

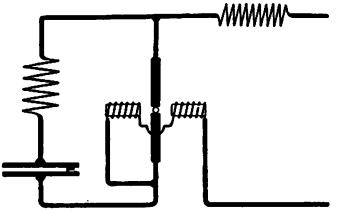


Fig. 4.

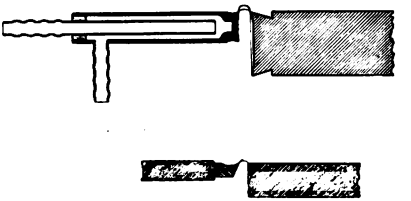


Fig. 5.

Kanten være skarp og vel afdrejet. Periferihastigheden kan være meget ringe, f. Eks. 0,05 mm i Sek. Kullet, hvis Diameter kan tages nogenlunde stor, bør helst enten udskiftes, naar det har gjort en hel Omdrejning, eller afdrejes under Rotationen. Buen indesluttes passende i et Metalkammer; de Sider, gennem hvilke Elektroderne føres ind, er f. Eks. af Marmor. Gassen ledes ind i Metalkammeret, helst lige under Buen, eventuelt gennem en Kanal i Anoden. I Almindelighed giver Brint med en Tilsætning af Kulbrinte bedre Virkning end Brint alene. Vi anvender derfor gerne enten alm. Lysgas eller Brint, der karbureres ved at passere en Beholder med Nafta, førend den naar frem til Buen. Desuden findes et Afledningsrør for den benyttede Gas. Gassen forandres nemlig af Svingningerne, ikke af Jævnstrømmen, paa en saadan Maade, at dens Skikkethed til Medium for Buen forringes. Det synes, som om Gassen bliver desto hurtigere inaktiv, jo større

Digitized by Google

Svingningsenergien er. Selv om Gasforbruget ikke kan siges at være overmaade stort, er det dog Hensigten at naa frem til stadig Benyttelse af den samme Gas, saafremt de Undersøgelser, jeg for Tiden er beskæftiget med angaaende Aarsagen til Inaktiviteten, godtgør, at en Regeneration af Gassen let lader sig udføre. —

Med Hensyn til den Energi, der med en given Fødestrømspænding kan omsættes i elektriske Svingninger, skal det bemærkes, at den aftager, naar Svingningstallet vokser. For et givet Svingningstal vokser den Energi, der omsættes i elektriske Svingninger, jævnt med Dæmpningen i Svingningskredsen til et vist Punkt, hvorefter den atter tager af hurtigere, end den voksede. Svingningsenergien vokser ogsaa med Strømstyrken gennem Buen, men kun til et vist Punkt; dette synes ogsaa ret naturligt, naar man

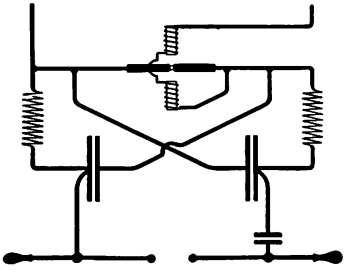


Fig. 6.

betænker, at Buen er det Sted, hvor Energiomsætningen foregaar, hvorfor Buens Modstend jo maa være stor i Sammenligning med den ydre Svingningskreds's. Ønskes der større Svingningsenergi, end der kan opnaas under disse Hensyn, kan man, hvad ogsaa Forsøg i Laboratoriet bekræfter, opnaa dette ved at sætte flere Buer i Serie. Med serie- (eller parallel-) satte Buer kan man altsaa erholde større Svingningsenergier, men saadanne Anordninger har endnu ikke været paakrævede. Med en tilfældig valgt Opstilling og en Fødestrømspænding af 440 Volt fik jeg med enkelt Bue ved et Svingningstal af ca. 160,000 Sv. i Sek. en Svingningsenergi, af 1200 Watt og ved et Svingningstal af ca. 240,000 Sv. i Sek. en Svingningsenergi af 900 Watt. —

Her har vi nu saadanne Generatorer for Fremstilling af udæmpede elektriske Svingninger.

Først vil vi demonstrere nogle Resonansforsøg med saadanne

Digitized by Google

Svingninger. Vi har her en lille Svingningskreds, fra hvilken nu kontinuerlige elektriske Bølger straaler ud.

Her staar i ca. 1 Meters Afstand en lille Modtagerkreds, hvis Svingningstal er ca. 700,000 Sv. i Sek. Naar vi nu giver Afsenderkredsen samme Svingningstal, ser vi straks, at Modtagerkredsen reagerer og bringer et med den forbundet Geisslerrør til at lyse stærkt. Men blot en ringe Forskel i Svingningstallene er,

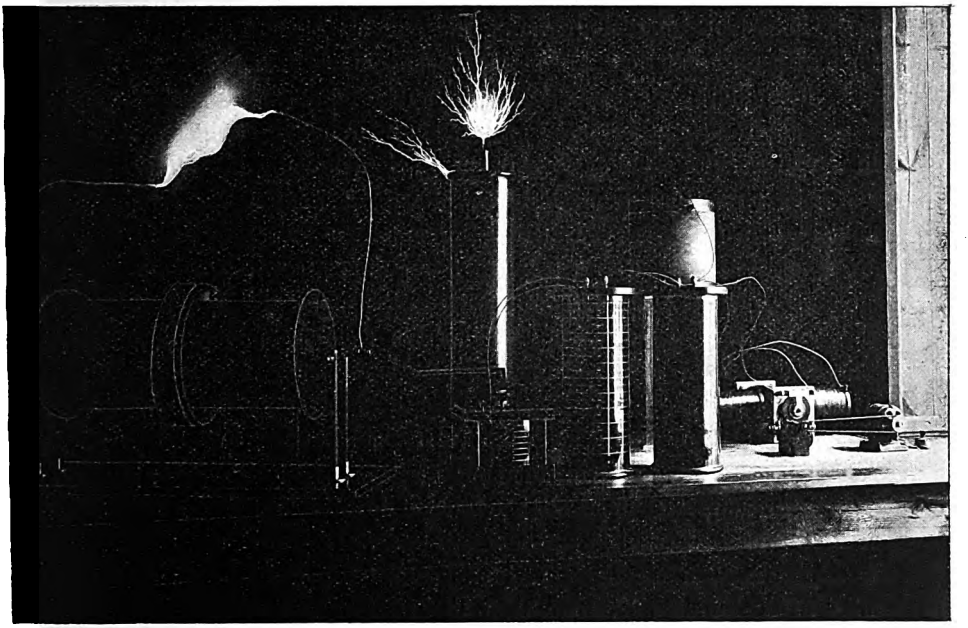


Fig. 7.

som De ser, tilstrækkelig til at gøre Modtagerkredsen død. (Demonstration).

Dernæst vil vi vise den store Spænding, som opnaas med en Svingningskreds, der har stor Selvinduktion i Forhold til sin Kapacitet. Fødestrømsspændingen er ca. 450 Volt. (Demonstration). Ved at anvende to Svingningskredse med éns Svingningstal parallelt med Buen, men ordnede omvendt symmetrisk (Fig. 6), kan dobbelt saa store Spændinger opnaas.

Her er en anden Generator, til hvis Svingningskreds direkte er forbunden en Resonansspole, hvis Egensvingning er afstemt til

Digitized by Google

Generatorkredsens (ca. 170,000 Svingninger i Sek.). Vi faar saaledes dannet staaende Svingninger med en Spændingsbug i Toppen af Spolen. (Demonstration). Vi kan, som De ser, faa en lang, ejendommelig, lydløs Flammeudladning.

Ogsaa *Teslas* Forsøg demonstreres smukt ved Hjælp af de udæmpede Svingninger. (Demonstration). Her er endelig en Transformator med ca. 3000 Viklinger i Sekundærløbet; den giver, som De ser, en Flamme af egen Skønhed (Fig. 7).

Under fortrinlig Medvirkning af Ingeniør *P. O. Pedersen* har jeg nyttiggjort den nye Art af elektriske Bølger i en traadløs Telegraf, hvis Indretning og Virkemaade nu kortelig skal beskrives.

Der er først Afsenderen. Ved Afsenderen har særlig to Ting Interesse, nemlig Koblingsforholdene og Signalgivningen. Med Hensyn til Koblingsmaaderne gælder det, at de samme Maader kan anvendes her som ved Gnisttelegrafen. Man kan lade Antennen og dens Modvægt være selve den Svingningskreds, hvori Buen er anbragt, saaledes at Svingningerne kreeres direkte i Antennen. Eller man kan gennem en fast eller løs Kobling tilføre Antennen Energien fra den primære Kreds, Generatorkredsen. Hvis Koblingen hverken er ganske fast eller ganske løs, vil Systemets Svingningstal ikke være tilstrækkelig defineret, idet Buen kan vælge ét af to hinanden nærliggende Svingningstal; derfor anvender vi i Almindelighed en udpræget fast eller udpræget løs Kobling. Her træder iøvrigt ogsaa Forskellen mellem det gamle og det nye System frem. Hvis man nemlig ved Gnistsystemet vil opnaa noget i Retning af Afstemning, er man nødt til at anvende løs Kobling, hvor dog Nyttevirkningshensyn indskrænker Løsheden. Ved det nye System derimod er Afstemningen lige saa skarp ved fast som ved løs Kobling. Fig. 8 viser et Afsenderdiagram med fast Kobling.

Med Hensyn til Signalgivningsmaaderne skal bemærkes, at disse kan varieres paa mangfoldig Vis.

Den mest umiddelbare Metode: at variere Længden af de Bølger, der udsendes, bør principielt forkastes, idet det vilde medføre, at hver Stations Afsender vilde være karakteriseret ved to Bølgelængder og derved vilde indskrænke Antallet af de Stationer, der samtidig uforstyrret kan operere over samme Landomraade til det halve.

En god Metode er den, hvor Telegrafnøglen sætter Antennen

Digitized by Google

og Antennemodvægten ind i og ud af Forbindelse med den øvrige Del af Systemet, hvori Svingningerne fortsættes. For blandt andet at tillade en bekvem Kontrol af Generatorens Ydelse, er det hensigtsmæssig at Nøglen, hver Gang den sætter Antennen ud af Systemet, som Kompensation indfører en svagtudstraalende Svingningskreds, hvis Svingningstal og Dæmpning svarer til Antennens.

En anden Maade er at lade Nøglen periodisk kortslutte en i Generatorkredsen eller Antennekredsen anbragt Modstand, der er stor nok til at holde Amplituden nede. Denne Metode er jo yderst enkel i sit Diagram og tillader hurtig Telegrafering, ligesom Gnistdannelsen mellem Nøglens Kontakter er mikroskopisk. Det er overhovedet — naturligt nok — karakteristisk for det nye System,

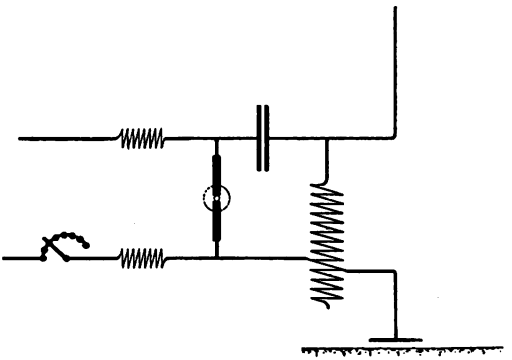


Fig. 8.

at Telegrafnøglen ikke er saa generet af Buedannelser mellem Kontakterne, da den Energi, hvormed der arbejdes, er meget lille i Tidsenheden i Sammenligning med, hvad den er ved Gnisttelegrafen.

Man kan endvidere telegrafere ved paa anden Maade at indføre Dæmpning i Systemet. Man kan telegrafere ved at tænde og slukke Buen for hvert Tegn eller ved blot at variere Buens Længde, saaledes at den vekselvis er aktiv og inaktiv. Man kan endelig telegrafere ved at variere Magnetfeltets eller Fødestrømmens Styrke eller ved at variere Gasstrømningen gennem Buen o. s. v.

I Fig. 9 er vist en komplet Afsender.

Vi vil nu vende os til Modtageren for de udæmpede Bølger. Her gælder det først og fremmest om at faa Resonansprincipet

Digitized by Google

udnyttet i fuldeste Maal. Det er derfor nødvendigt, at der i Modtagersystemet indgaar en Svingningskreds med saa ringe Dæmpning som vel mulig og følgelig løst koblet til Antennekredsen.

Takket være Kontinuiteten af de Bølger, der skal sætte Modtagersystemet i Svingning, kan man arrangere Detektoren saaledes, at den kun intermitterende integrerer i Svingningskredsen; derved undgaas den Dæmpning, som Detektorens permanente Væren i Svingningskredsen vilde betyde for denne. Svingningskredsen har altsaa Lov til uforstyrret og uden Dæmpning af nogen Art Detektor

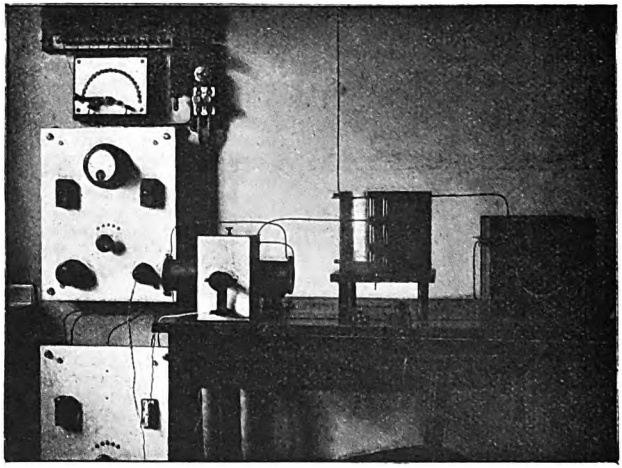


Fig. 9.

at komme godt i Svingning, hvorefter Detektoren pludselig griber ind og absorberer den gennem en lille Tid opsummerede elektriske Energi; derefter faar Systemet igen Lov til at komme i Svingning, Detektoren griber atter ind o. s. v. (se Fig. 10). Denne Vekslen kan naturligvis foregaa meget hurtigt, saaledes at, hvis Detektoren bestaar af en elektrolytisk Celle, et Termoelement eller en bolometrisk Opstilling forbundet med en Telefon, denne da vil kunne give en smuk Tone. Det Organ, der frembringer den intermitterende Kontakt — jeg har kaldet den Tikkeren — kan f. Eks. være en lille elektromagnetisk drevet Interruptor eller et roterende Tandhjul, mod hvis Tænder en Fjeder ligger an. Det synes ikke at være ligegyldigt, af hvad Materiale Kontaktlegemerne dannes;

Digitized by Google

i Reglen benyttes to spinkle Guldtraade, stillede overkryds. Lydvirkningen i Telefonen er vel nok lidt stærkere, naar der anvendes Nysølv mod Nysølv eller Sølv mod Staal, men Guld mod Guld eller Platin er driftsikrere.

Den følsomste Opstilling efter Tikkerprincipet, ja overhovedet den følsomste, vi endnu har haft med at gøre, udmærker sig tillige ved sin Simpelhed og Driftssikkerhed; som vist paa Fig. 11 bestaar den af Svingningskredsen, hvis Kondensator eller, om man vil, Selvinduktion intermitterende kortsluttes af en med en Telefon parallel sat Kondensator af forholdsvis stor Kapcaitet, f. Eks. $0{,}_2$ mf.

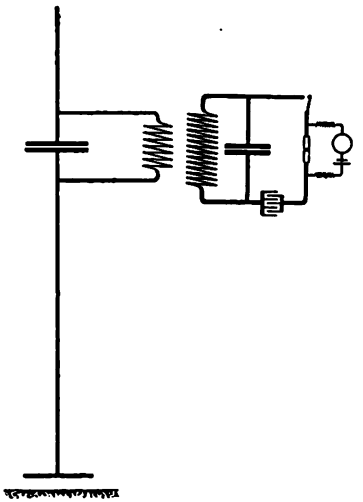


Fig. 10.

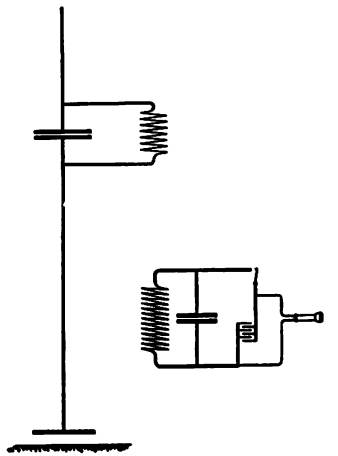


Fig. 11.

Et saadant Modtagersystem har iøvrigt en særlig teknisk Fordel. Et Blik paa Fig. vil vise Dem, at Svingningskredsens Kapacitet er bestemt saavel ved den egentlige Kondensator som ogsaa af *den*, relativt set langsomt varierende, lille Kapacitet, der findes i den intermitterende Kontakt. Jo større den egentlige Kondensator er, desto mindre integrerer naturligvis Tikkerens Kapacitet i Svingningstallet. Den tekniske Fordel er nu, som det vil ses, at den Bølgelængde, hvormed der afsendes til Modtagersystemet, kan have Lov at variere en Ubetydelighed, uden at Modtagelsen svigter. Man kan selv vælge Værdien af denne Akkomodation, der, om

Digitized by Google

den ogsaa gøres lille, dog er en Driftsikkerhedsfaktor, der ikke maa undervurderes.

Her skal lige præsenteres nogle Modtagerapparater, hvor Tele-

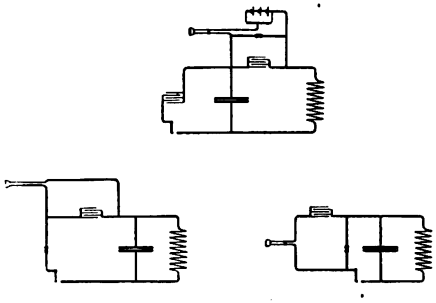


Fig. 12.

fonen er kombineret med en Bolemeteranordning, et Termoelement eller en elektrolytisk Celle (Fig. 12).

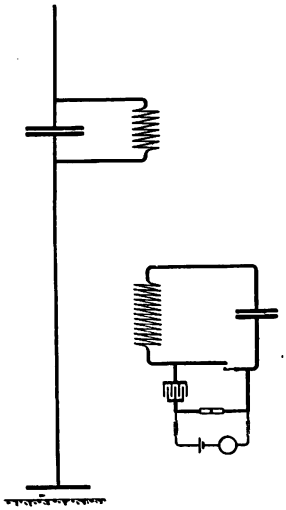


Fig. 13.

En Tikkermetode, der skyldes *Pedersen*, ses paa Fig. 13. Her brydes Svingningskredsen intermitterende, og samtidig kommer Detektoren under Paavirkning af Systemets elektrokinetiske Energi. Metoden er godt egnet til Kohæreudløsning.

Det vil forstaas, at da en Morsestreg er repræsenteret ved en kontinuerlig Række af udæmpede Bølger, er det nødvendigt at indføre en intermitterende Kontakt (Tikker) et Sted i Modtagersystemet, hvis en Optagelse ved Telefon eller Kohærer skal finde Sted. De rationelleste Tikkeranordninger er dem, hvor, som allerede beskrevet, Detektoren kun momentant integrerer i Svingningskredsen, hvad der ikke blot gør Afstemningen finere, men tillige i Forening med den *løse Kobling* bidrager til, at *stærkt dæmpede Svingninger, som dem, der skyldes elektriske Udladninger i Atmosfæren og Gnisttelegrafstationer, kan holdes ude fra Detektoren.*

Digitized by Google

Man kan ogsaa holde Sekundærkredsen med den ringe Dæmpning stadig fri for Detektoren; denne, der f. Eks. er et Termoelement eller en Bolometeropstilling, kan da uden Skade for Afstemningsskarpheden indgaa permanent som et stærkt dæmpende Led i en tertiær Kreds; den af Svingningerne frembragte Termostrøm gennem Telefonen brydes da intermitterende, saaledes at Telefonen giver Tone. Modtageranordningerne kan i det Hele taget varieres paa mange Maader, men det vil føre for vidt at komme nærmere ind herpaa.

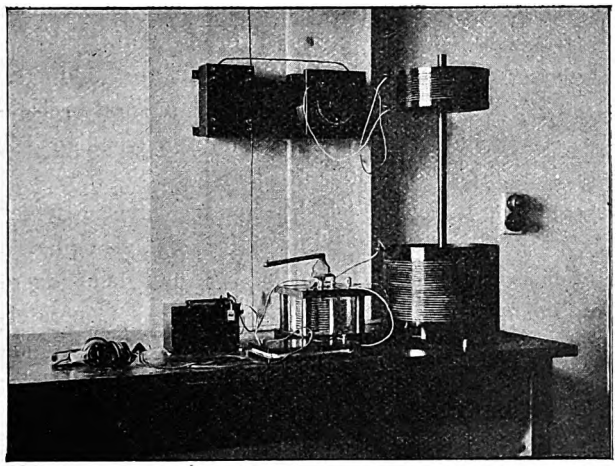


Fig. 14.

I Almindeligbed kan man sige, er Modtagersystemet karakteriseret ved: *Sekundærkredsens ringe Dæmpning* og dermed følgende løse Kobling til Antennen samt ofte et Steds i Modtagersystemet en *periodisk Variation, der simplest frembringes ved en intermitterende Kontaktslutning.* —

Fig. 14 viser en komplet Modtager.

Ved de forskelligartede Forsøg, som Afsenderens og Modtagerens Indretning har foranlediget, har Ingeniørerne *C. Schou* og *J. Herm. Christensen* assisteret paa den intelligenteste Maade.

Vi ser, at det er en stilfærdig og lidet iøjnefaldende Revolution, der omdanner en Gnisttelegrafstation til en Station efter mit

Digitized by Google

System. Masten og Antennen kan være den samme som før, men i Stedet for den smældende Gnist sættes den lydløse oscillerende Bue. Fra en Mangfoldighed af Afsendere kan nu de elektriske Bølger som virkelige Straaler af forskellig Bølgelængde sendes ud i Rummet. Æteren sitrer i en Symfoni af elektriske Toner, der dog alle uforstyrret af hverandre og med lovbestemt Sikkerhed hver for sig naar frem til de for dem afstemte Modtagere. — Den Afstemningsskarphed, Systemet i Øjeblikket arbejder med over samme Felt, er omkring 1 %. F. Eks. kan vi lade Stationerne A og B arbejde sammen med en Bølgelængde af 606 m og Stationerne C og D over samme Strækning med en Bølgelængde af 600 m, og Signalerne opfanges kun, hvor de skal.

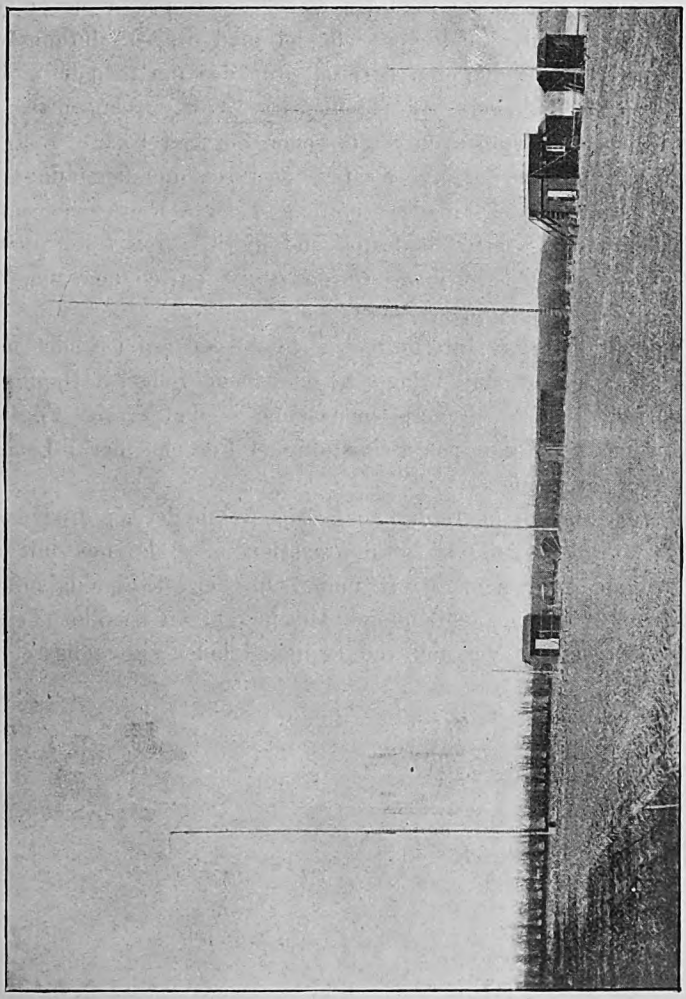
Med en ret improviseret Opstilling af tre Modtagere i Forbindelse med den samme Antenne blev uden Forstyrrelse samtidig optaget tre forskellige Telegrammer; den nødvendige Differens i Bølgelængden androg da mellem 3 og 4 %.

Da Generatoren giver et Spektrum af elektriske Bølger, strækkende sig fra f. Eks. 300 til 3000 Meters Bølgelængder, løber det Antal Stationer, vi allerede i Øjeblikket kan lade operere over samme Omraade, op til flere hundrede. Da Generatoren yder større Energi ved de større Bølgelængder end ved de mindre, bør Spektret i Praksis fordeles saaledes, at de store Bølgelængder bruges til de store Afstande, hvor ogsaa de største Antenner naturlig hører til, medens de smaa Stationer for de kortere Afstande bruger de mindre Bølgelængder.

Den hurtige Fremgang i Forsøgene illustreres ved følgende Data. I Juni Maaned 1905 havde vi vor første Afsenderstation i Lyngby færdig til Brug. Efter indledende Smaaforsøg byggede vi i ca. 15 Kilometers Afstand en Modtagerstation, som vi naaede efter et Par Dages Eksperimentering. Derefter byggedes en noget større Modtagerstation i ca. 45 Kilometers Afstand; med denne fik Forbindelse samme Dag, Installationen var færdig. Derefter byggede vi til Forsøg tværs over Danmark en Station i Esbjerg, som vi ogsaa naaede samme Dag, Installationen var færdig. Afstanden er her henimod 300 Kilometer, og Bølgerne gaar hovedsagelig over Land. Signalerne kunde optages tydelig i Telefonen, selv om Energiforbruget kun var ca. 800 Watt og den udstraalede Energi ca. 100 Watt; Spændingsforskellen mellem Antennen og

Digitized by Google

Jord var da kun faa tusind Volt. De benyttede Bølgelængder laa ved disse Forsøg mellem 700 Meter og 1000 Meter. Ved



Forsøgsstationen ved Lyngby.

senere at forstærke Buens Magnetfelt har vi med en Bølgelængde af 882 Meter fra Antennen i Lyngby haft en Udstraaling paa ca. 400 Watt, der naturligvis gav en mægtig Lydvirkning i Es-

Digitized by Google

bjerg og over Havet vilde kunne optages over flere tusind Kilometre*).

Ved en Lejlighed ordnedes Modtageren i Esbjerg til at kunne modtage gnisttelegrafiske Signaler og et sandt pèle mèle af tyske og engelske Signaler modtoges, blandet med Støj fra luftelektriske Udladninger. Da Modtageren derefter ordnedes om med løs Kobling og Tikker til Modtagelse af Signaler fra Lyngby, kom disse som sædvanlig klart uden fremmed Støj eller Forstyrrelse.

Fordelene ved det nye System er i Resumé følgende: *Den fine Afstemning,* der tillader samtidig Telegrafering over samme Omraade i meget større Maalestok end hidtil. *Den langt mindre Paavirkelighed af elektriske Udladninger* og endelig den ringe Spænding i Antennetoppen. — — —

Ved at henlægge Intermittensen til Afsenderen i Stedet for til Modtageren, kunde man bringe de udæmpede Bølger i Rapport til de nuværende Gnistmodtagere, men denne — skal jeg sige Fordel — vindes selvfølgelig kun paa Bekostning af Fordele, der i Længden maa anses for vigtigere.

De udæmpede, kontinuerlige Bølger frembyder sig fristende til Brug i *traadløs Telefoni.* En Variation af Bølgernes Intensitet eller Længde kan, som berørt under Omtalen af Signalgivningen, frembringes paa saa mangfoldige Maader, at en traadløs Telefoni over nogen Afstand vel nok ved Lejlighed lader sig realisere.

---

*) Et Par Dage efter Foredraget opnaaede Ingeniør Poulsen Forbindelse mellem Esbjerg-Stationen og en nyindrettet Station efter hans System ved Newcastle. Signalerne kom klart og tydeligt. Nu for ganske nylig er der endvidere kommen Forbindelse i Stand mellem Lyngby-Stationen og Stationen ved Newcastle.

Digitized by Google

Om galvaniske Elementers Kobling.

Af

K. E. Sparre.

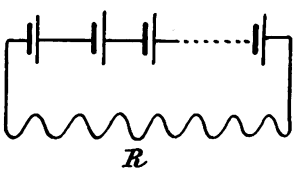
De galvaniske Elementers Sammensætning til Batterier behandles selv i større Lærebøger paa en temmelig overfladisk Maade. Der forudsættes som oftest, at alle Batteriets Elementer har samme elektromotoriske Kraft og samme indre Modstand, og paa Grundlag heraf drages der Slutninger, som gives en langt større Rækkevidde, end der tilkommer dem. Et Eksempel herpaa har vi i den bekendte Sætning, at Strømstyrken i et Batteri (med ensartede Elementer) bliver størst, naar den indre Modstand gøres lig den givne ydre Modstand. Saaledes udtalt er Satsen ligefrem falsk. Rigtig er den kun under den Forudsætning, at denne Lighed mellem ydre og indre Modstand kan forenes med en symmetrisk Kobling. Vi skal i det Følgende nærmere undersøge Gyldigheden af ovennævnte Sats, idet vi dog først giver en Oversigt over de

Forskellige Koblingsmetoder.

I det Følgende skal hvert Elements elektromotoriske Kraft betegnes med e, indre Modstand med r, Batteriets indre Modstand med ϱ samt den ydre Modstand med R.

Rækkekoblingen. Her har man ligefrem efter Ohms Lov, naar Strømstyrken betegnes med i:

$$i = \frac{\Sigma e}{\Sigma r + R} \qquad (1)$$



Parallelkoblingen. Anvendes her Kirchhoffs 2den Lov paa hver af de Kredsløb, der dannes af et af Batteriets Elementer og den ydre Ledning faar man:

Digitized by Google

$$e_1 = i_1 r_1 + iR, \text{ hvoraf } i = \frac{e_1 - r_1 i_1}{R}$$

$$e_2 = i_2 r_2 + iR, \text{ hvoraf } i = \frac{e_2 - r_2 i_2}{R}.$$

$$e_n = i_n r_n + iR, \text{ hvoraf } i = \frac{e_n - r_n i_n}{R}.$$

Heraf udledes atter:

$$i = \frac{\frac{e_1}{r_1} - i_1}{\frac{R}{r_1}} = \frac{\frac{e_2}{r_2} - i_2}{\frac{R}{r_2}} = \ldots = \frac{\frac{e_n}{r_n} \div i_n}{\frac{R}{r_n}} \text{ o:}$$

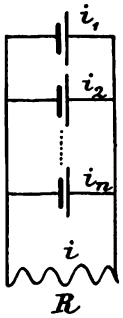
$$i = \frac{\Sigma \frac{e}{r} \div i}{R \,.\, \Sigma \frac{1}{r}}, \text{ idet } i_1 + i_2 + \ldots + i_n = i.$$

Af denne sidste Ligning faar vi saa et Udtryk for Strømstyrken i den ydre Ledning:

$$i = \frac{\Sigma \frac{e}{r}}{1 + R \,.\, \Sigma \frac{1}{r}}.$$

Indfører man her Batteriets indre Modstand $\varrho = \frac{1}{\Sigma \frac{1}{r}}$, antager Udtrykket den simple Form:

$$i = \frac{\varrho \,.\, \Sigma \frac{e}{r}}{\varrho + R} \qquad (2)$$



Digitized by Google

Det fremgaar af denne Formel, at Batteriets elektromotoriske Kraft $E = \varrho \cdot \Sigma \frac{e}{r}$ samt Polspænding $\triangle V = \frac{R}{\varrho + R} \cdot E = \frac{R\varrho}{\varrho + R} \cdot \Sigma \frac{e}{r} = \varrho' \Sigma \frac{e}{r}$, hvor ϱ' betegner den Modstand, der fremkommer, naar Batteriets indre og ydre Modstand kobles parallelt.

Styrken af de Strømme, der gennemløber Batteriets enkelte Elementer, kan ogsaa findes af de før opstillede Ligninger:

$$i_p r_p + iR = e_p, \text{ hvoraf}$$

$$i_p = \frac{e_p}{r_p} - \frac{R}{r_p} \cdot i = \frac{1}{r_p}(e_p - Ri),$$

men da $R \cdot i$ betegner Batteriets Polspænding $\triangle V$. faas:

$$i_p = \frac{1}{r_p} \cdot (e_p \div \triangle V).$$

Strømmen gaar med eller mod det betragtede Elements elektromotoriske Kraft eller bliver lig 0, eftersom $e_p \gtreqless \triangle V$ ɔ: eftersom

$$e_p \gtreqless \frac{R\varrho}{\varrho + R} \cdot \Sigma \frac{e}{r}.$$

Det er karakteristisk for Parallel-Koblingen, at de enkelte Elementer gennemløbes af Strøm, selv om den ydre Ledning er aaben. Da i dette Tilfælde Batteriets Polspænding = dets elektromotoriske Kraft, har man:

$$i_p = \frac{1}{r_p}(e_p \div E).$$

Strømmen gaar med eller mod Elementets elektromotoriske Kraft eller bliver = 0, eftersom

$$e_p \gtreqless E.$$

Hvis særlig alle Elementers elektromotoriske Kræfter er lige store, bliver $e_1 = e_2 = \ldots . E$, og saaledes ogsaa $i_1 = i_2 = \ldots = 0$ ɔ: gennem ingen af Elementerne gaar der Strøm.

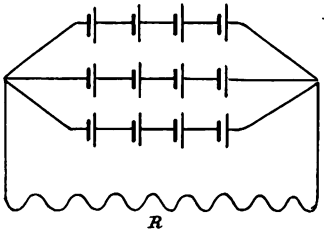
Vi har ovenfor fundet, at Batteriets elektromotoriske Kraft $E = \varrho \Sigma \frac{e}{r}$. Hvis nu alle indre Modstande er lige store ɔ: $r_1 = r_2 = r_3 = \ldots .$, bliver $E = \frac{\Sigma e}{n}$. Batteriets elektromotoriske Kraft

Digitized by Google

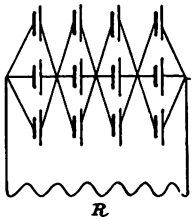
er altsaa = Middeltallet af de enkelte Elementers. I et saadant *aabent* Batteri vil der altsaa gaa Strømme den ene Vej i alle Elementer, hvis elektromotoriske Kraft er større end Middelværdien af alle elektromotoriske Kræfter, og den modsatte Vej i de øvrige Elementer. Undtagelsesvis kan Strømstyrken blive 0.

Er paa den anden Side alle Elementers elektromotoriske Kraft lige store, faas som tidligere nævnt $E = e$. Vi genfinder saaledes den vel kendte Sats, at ved en Parallelkobling af ensartede Elementer er den resulterende elektromotoriske Kraft = det enkelte Elements, og det endog om de indre Modstande i Elementerne ikke er lige store.

Den blandede Kobling. Denne kan være af to Slags. Enten kan man koble flere Rækkebatterier parallelt, eller man kan koble flere Parallelbatterier i Række, saaledes som Figurerne viser.



Den blandede Parallelkobling (Række-Parallelbatteri).



Den blandede Rækkekobling (Parallel-Rækkebatteri).

Som Udtryk for Strømstyrken i den ydre Ledning kan man bruge Formlerne (2) og (1), naar kun e og r betegner Enkeltbatteriernes elektromotoriske Kraft og indre Modstand i Stedet for de enkelte Elementers.

I visse Tilfælde kan de to Koblingsmetoder give samme Værdi for Strømstyrken. Dette er f. Eks. Tilfældet, hvis man kobler sammen ensartede Elementer til et rektangulært Batteri. I saa Fald gaar Formlerne (1) og (2) over i hinanden og man faar det kendte Udtryk:

$$i = \frac{ne}{\frac{nr}{p} + R} \qquad (3),$$

hvor n er Antallet af Elementer i hver Række og p Antallet af de parallelt koblede Rækker.

Digitized by Google

Hvis Elementerne fremdeles antages ensartede, men Koblingen ikke rektangulær, udleder man ganske let af Formel (1):

$$i = \frac{q \cdot e}{r\left(\frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_2} + \ldots + \frac{1}{p_q}\right) + R} \qquad (1'),$$

hvor man har q i Række ordnede Parallelbatterier, hvoraf hvert indeholder p_1, p_2, p_3, ... p_q Elementer.

Af Formel (2) findes ved at sætte $e_1 = m_1 e$, $e_2 = m_2 e$, osv. og $\frac{1}{\varrho} = \frac{1}{m_1 r} + \frac{1}{m_2 r} + \ldots .$

$$i = \frac{s \cdot e}{R\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \ldots + \frac{1}{m_s}\right) + r} \qquad (2')$$

hvor man altsaa har s parallelt ordnede Rækkebatterier, der hver indeholder m_1, m_2, ... m_s Elementer.

Satsen om Maksimum af Strømstyrke.

Allerede *Poggendorf* paaviste, at et givet Antal ensartede Elementer giver størst Strømstyrke, naar de kobles saaledes, at Batteriets indre Modstand bliver lig den givne ydre Modstand. Vi har tidligere nævnt, at denne Sats kun er rigtig, hvis Elementerne samtidig lader sig ordne i ensartede Grupper (rektangulært). Hvis saa ikke kan ske, vil som Regel Strømmaksimum ikke indtræde, naar indre og ydre Modstand gøres lige store. For at undersøge denne Sag nærmere, vil vi stille os følgende Opgave:

Ved Hjælp af N galvaniske Elementer, ordnede i n parallele Rækker, med indre Modstand $r_1 r_2 r_3 \ldots r_N$ og elektromotorisk Kraft henholdsvis $e_1 e_2 e_3 \ldots e_N$ skal der gennem en given ydre Ledning af Modstand R sendes den stærkest mulige Strøm. Summen af de elektromotoriske Kræfter i hver af de parallele Grene betegner vi med $E_1\, E_2\, E_3 \ldots E_n$ og Summen af Modstanden i hver af de samme Grene med $x_1 x_2 \ldots x_n$. Ifølge Formel (2) er Strømstyrken i et saadant Batteri:

$$i = \frac{\varrho \cdot \Sigma \frac{E}{x}}{\varrho + R} = \frac{\frac{E_1}{x_1} + \frac{E_2}{x_2} + \ldots + \frac{E_n}{x_n}}{1 + R\left(\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \ldots + \frac{1}{x_n}\right)}. \qquad (I)$$

Digitized by Google

Der spørges nu, hvilke Værdier af de $2n$ variable $E_1 E_2 \ldots E_n$ og $x_1 x_2 \ldots x_n$ gør dette Udtryk til et Maksimum, naar samtidig disse variable Størrelser er bundne sammen ved Ligningerne

$$E_1 + E_2 + \ldots . E_n = \text{konstant} = E \qquad \text{(II)}$$

og

$$x_1 + x_2 + \ldots . + x_n = \text{konstant} = M. \qquad \text{(III)}$$

Idet vi erindrer os Betydningen af $E_1, E_2 \ldots$ og $x_1, x_2 \ldots$ indser vi let, at E og M kommer til at betegne henholdsvis Summen af samtlige N Elementers elektromotoriske Kraft og indre Modstande. Ved Differentiation af Ligningerne (I), (II) og (III) og et Par enkle Eliminationer, erholdes Betingelsen for Maksimum udtrykt i Ligningerne:

$$x_1 = x_2 = \ldots x_n \text{ og } E_1 = E_2 = \ldots = E_n.$$

Den stærkeste Strøm opnaas saaledes ved at gøre Modstanden og de elektromotoriske Kræfter i hver af de n parallele Grene lige store. Imidlertid ser man, at i beholder sin største Værdi uforandret uafhængig af de $e.m$ Kræfter, naar kun $x_1 = x_2 = \ldots = x$. Man har nemlig i saa Fald:

$$i_{\text{Max.}} = \frac{\frac{E_1}{x} + \frac{E_2}{x} + \ldots . + \frac{E_n}{x}}{1 + R \cdot \frac{1}{x} \cdot n} = \frac{E_1 + E_2 + \ldots + E_n}{x + R \cdot n} = \frac{E}{x + R.n}, \qquad \text{(IV)}$$

hvilket Udtryk er ganske uafhængig af, hvorledes de $e.m$ Kræfter er ordnede i Batteriet. Et *matematisk* Maksimum opnaar altsaa kun i, naar samtidig alle E og alle x er lige store, men for os er det tilstrækkeligt, at alle x gøres lige store. Vi har dermed besvaret den stillede Opgave. Vi gaar imidlertid videre, idet vi søger den Værdi af n (som i vor Opgave var konstant), der gør Udtrykket (IV) til et Maksimum. Behandlet som en sædvanlig Maksimumsopgave, faar vi Resultatet:

$$n = \sqrt{\frac{M}{R}} \text{ eller } R = \frac{M}{n^2} \text{ o:}$$

den gamle, kendte sats, at Batteriets ydre og indre Modstand er lige store.

Indsættes den fundne Værdi af n i (IV), faas:

$$I_{\text{Max.}} = \frac{E}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{R \cdot M}} \qquad \text{(V)},$$

Digitized by Google

hvor E, M og R er Konstanter af før nævnt Betydning. Dette bliver altsaa den *teoretiske* Maksimumsværdi for de Strømme, der kan erholdes i et saadant Batteri. Noget Andet er det, at en saadan Sammenstilling ikke altid i Praksis lader sig udføre.

Vi har under Løsningen af vor Opgave gaaet ud fra, at det anvendte Batteri var sammensat af parallelt ordnede Rækker. Lad os nu tænke os det dannet af flere Parallelbatterier, der er koblede i Række. Strømstyrken finder vi i dette Tilfælde ved at anvende Formel (1) og (2):

$$i = \frac{\Sigma E}{\Sigma x + R} = \frac{x_1 \Sigma \frac{e_1}{r_1} + x_2 \Sigma \frac{e_2}{r_2} + \ldots + x_m \Sigma \frac{e_m}{r_m}}{\Sigma x + R} \quad \text{(VI)},$$

idet $x_1 \Sigma \frac{e_1}{r_1}$, $x_2 \Sigma \frac{e_2}{r_2}$ osv. er et Udtryk for den elektrom. Kraft i hvert Enkeltbatteri. Vi forudsætter først m konstant og indfører for Bekvemheds Skyld $x_1 \cdot \Sigma \frac{e_1}{r_1} = E_1$; $x_2 \cdot \Sigma \frac{e_2}{r_2} = E_2$ osv., saa $E_1 E_2$ osv. kommer til at betegne de elektromotoriske Kræfter i hvert enkelt Batteri, ligesom $x_1 x_2 \ldots$ betegner Modstandene samme Steds. I saa Fald har vi:

$$i = \frac{E_1 + E_2 + \ldots + E_m}{x_1 + x_2 + \ldots + x_m + R} \quad \text{(VII)}.$$

Vi søger nu de Værdier af de $2m$ variable $E_1 E_2 \ldots E_m$ og $x_1 x_2 \ldots x_m$, der gør Udtrykket (VII) til et Maksimum, naar samtidig disse variable er knyttede sammen ved Ligningerne:

$$\text{(VIII)} \quad \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \ldots + \frac{1}{x_m} = \text{konstant} = \frac{1}{M'} \text{ og}$$

$$\text{(IX)} \quad \frac{E_1}{x_1} + \frac{E_2}{x_2} + \ldots + \frac{E_m}{x_m} = \text{konstant} = L.$$

Man har jo $\frac{1}{x_1} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \ldots$ og lignende Udtryk for $\frac{1}{x_2}$, $\frac{1}{x_3}$ $\ldots \frac{1}{M'}$ kommer saaledes til at betyde Summen af de inverse Værdier af samtlige N Elementers indre Modstande. Ligeledes er $\frac{E_1}{x_1} = \Sigma \frac{e_1}{r_1}$, $\frac{E_2}{x_2} = \Sigma \frac{e_2}{r_2}$, $\ldots$ og L kommer saaledes til at betegne $\Sigma \frac{e}{r}$ for alle Elementer i det sammensatte Batteri.

Digitized by Google

Ved Differentiation af Ligningerne (VII), (VIII) og (IX) og efterfølgende Elimination erholdes Betingelserne for Maksimum udtrykt ved Ligningerne $E_1 = E_2 = \ldots = E_m$ og $x_1 = x_2 = \ldots x_m$. Altsaa ogsaa for denne Koblingsmetode gælder Reglen, at man skal gøre alle Enkeltbatteriers elektromotoriske Kræfter og Modstande lige store. Ligeledes vil her som ved den anden Kobling Maksimumsstrømmen vedligeholdes, om alene $x_1 = x_2 = \ldots$, medens alle E kan være forskellige. Man har nemlig i saa Fald:

$$i_{\text{Max.}} = \frac{E_1 + E_2 + \ldots + E_m}{x_1 + x_2 + \ldots + x_m + R} = \frac{x \,.\, L}{mx + R} = \frac{L}{m + R \,.\, \frac{1}{x}}$$

Da imidlertid ifølge (VIII) $\frac{1}{x} = \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{M^1}$, faas:

$$i_{\text{Max.}} = \frac{L}{m + \frac{R}{mM^1}} \qquad \text{(X)},$$

hvilket Udtryk er fuldstændig uafhængig af, hvilke Værdier de elektromotoriske Kræfter har i Enkeltbatterierne.

Vi har i det Foregaaende forudsat m konstant. Vi vil imidlertid søge den Værdi af m, der gør Udtrykket (X) til et Maksimum. Vi finder da efter en enkel Regning:

$$m = \sqrt{\frac{R}{M'}} \quad \text{eller} \quad R = m^2 M';$$

men da mx er Batteriets indre Modstand og ifølge (VIII) $\frac{n}{x} = \frac{1}{M'}$, bliver $n^2 M'$ netop Batteriets indre Modstand. Ogsaa ved denne Kobling gælder altsaa Satsen om, at indre og ydre Modstand skal gøres lige store. Indsættes den fundne Værdi af m i (X), faas:

$$I_{\text{Max.}} = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{M'}{R}} \qquad \text{(XI)}.$$

Vi sammenfatter nu de i det Foregaaende fundne Resultater: Hvis man ved Hjælp af et givet Antal Elementer i en ydre Ledning med given Modstand vil frembringe den stærkest mulige Strøm, saa er den nødvendige og tilstrækkelige Betingelse herfor, at 1) Modstandene i det sammensatte Batteris Enkeltbatterier gøres lige store og at 2) Antallet af Enkeltbatterier gøres saa stort, at Batteriets indre Modstand bliver = den ydre Lednings Modstand.

Digitized by Google

Disse Betingelser gælder for begge Koblingsmetoder, men Maksimumstrømmen bliver i begge Tilfælde ikke identisk den samme. Man maa altsaa i hvert specielle Tilfælde prøve, hvilken Kobling, der giver den største Strømstyrke. Kun hvis Elementernes indre Modstande er lige store, vil de to teoretiske Maksimumsværdier falde sammen, idet Formlerne (V) og (XI) giver samme Resultat:

$$\underset{\text{Max.}}{I} = \frac{e}{2}\sqrt{\frac{N}{R \,.\, r}} \qquad \text{(XII)}.$$

Da man imidlertid i Praksis ikke altid kan opfylde de under 1) og 2) opstillede Betingelser, vil man ogsaa ved Kobling af ensartede Elementer som oftest maatte prøve begge Koblingssæt.

Et Eksempel vil belyse dette klarere. Lad os have $N = 100$, $e = 1$ Volt, $R = 1\ \Omega$, $r = 0{,}1\ \Omega$; i saa Fald bliver $M = 100$ og $M' = \frac{1}{1000}$. Af (XII) beregnes den teoretiske Maksimumsstrøm for begge Koblingsmaader:

$$\underset{\text{Max.}}{I} = \frac{e}{2}\sqrt{\frac{N}{R \,.\, r}} = 15{,}81 \text{ Ampère.}$$

Parallelkobling. Af Formelen $n = \sqrt{\frac{M}{R}}$ erholdes $n = 3{,}162$

d: Antallet af parallele Grene. Ordner man nu Batteriet i 3 Grupper paa 33 Elementer hver, og sætter det overskydende Element til en af disse Grupper, faas en usymetrisk Kobling paa 33, 33 og 34 Elementer, der er forbundne parallelt. Af Formel (2^1) beregnes Strømstyrken ($s = 3$; $m_1 = 33$; $m_2 = 33$; $m_3 = 34$):

$$i = 15{,}79 \text{ Ampère.}$$

Rækkekobling. Af Formelen $m = \sqrt{\frac{R}{M'}}$ erholdes $m = 31{,}62$.

Ordner man altsaa Batteriet i 32 Grupper paa 3 Elementer i hver Gruppe, samt fordeler de overskydende 4 Elementer paa 4 af af Grupperne med 1 Element paa hver, faas 28 Parallelbatterier paa 3 Elementer hver, samt 4 Batterier paa 4 Elementer. Forbindes disse 32 Batterier i Række, finder man ved Brug af Formel (1^1):

$$i = 15{,}74 \text{ Ampère.}$$

Digitized by Google

Imidlertid vil man opnaa et bedre Resultat, om man tilstræber en mere symetrisk Ordning af Elementerne, selv om det sker paa Bekostning af Ligheden mellem den indre og den ydre Modstand. Dette kan ske ved at danne 33 Grupper, 32 paa 3 Elementer og 1 paa 4 Elementer. Kobles disse 33 Batterier i Række, faas ifølge Formel (1^1):

$$i = 15{,}78 \text{ Ampère.}$$

Det bliver saaledes ved Parallelkoblingen, at man erholder den stærkeste Strøm (15,79 Ampère).

Til Slut giver vi en Sammenstillen af Hovedresultaterne:

I. De galvaniske Elementers Kobling kan henføres til to væsentlig forskellige Slags, Række-Parallelkoblingen og Parallel-Rækkekoblingen. Vi pointerer dette, ikke fordi det i og for sig er noget Nyt, men fordi man i Lærebogslitteraturen synes tilbøjelig til at sammenblande de to Koblingsmetoder.

II. Begge disse Koblinger giver hver sin Maksimumsværdi for Strømstyrken gennem en given ydre Ledning. Disse Værdier er *ikke* identisk lige store.

III. Den før nævnte Sats af *Poggendorff*, der forøvrigt gælder for begge Slags Kobling, er ufuldstændig, idet den kun angiver den ene af de to Enkeltbetingelser, der tilsammen danner den *nødvendige* og *tilstrækkelige* Betingelse for Opnaaelse af Maksimum af Strømstyrke.

Mindre Meddelelser.

I. Om osmotisk Tryk og Fysiologi.

1901 holdt *van't Hoff* ifølge Indbydelse 9 Forelæsninger*) ved Chikagos Universitet over fysisk Kemi. En af dem omhandler den store Betydning, som osmotisk Tryk har i fysiologisk Henseende.

*) Udgivne 1903 under Titlen: „Physical Chemistry in the Service of the Sciences.

Digitized by Google

Forf. omtaler først *de Vries'* Undersøgelser over Planters Vækst. En Plante, der vokser, udmærker sig ved, at der i dens Celler findes en ejendommelig Spænding, som ikke er tilstede i en Plante, der visner. I første Tilfælde foregaar der en Absorption af Vand, i sidste Tilfælde et Tab af Vand. Fænomenet kan bedst iagttages hos Planter, hvis Celleindhold er farvet. Mikroskopet viser, at i enhver Celle findes en elastisk, lukket Hinde, hvis Indhold er en fortyndet Opløsning af saadanne Stoffer som Sukker, Salte og organiske Syrer. Hinden, som i Almindelighed fylder hele Cellen, er halvgennemtrængelig, saa at den tillader Vandet at sive ud og ind, medens den holder paa de opløste Stoffer. Dyppes Cellen ned i en stærk Saltopløsning, afgiver Hinden Vand, skiller sig fra Cellevæggen og svæver som en lille Kugle i Cellens Indre. Erstattes Saltopløsningen af Vand, optager Hinden Vand og udvider sig. hvorved fremkommer den ejendommelige Spænding, der betinger Cellens Vækst eller Deling. Ved at prøve sig frem kan man fremstille en Række af Opløsninger, der hverken faar Hinden til at trække sig sammen eller udvide sig. Det viste sig da, at samtlige Opløsninger havde samme osmotiske Tryk.

Donders og *Hamburger* har gjort nogle mærkelige Iagttagelser med Hensyn til de røde Blodlegemer. Blodet befries for Fibrin, og den tiloversblevne Vædske, der indeholder de røde Blodlegemer, anbringes i Opløsninger, hvis Koncentration kan varieres. I stærkt fortyndede Opløsninger mister Blodlegemerne deres røde Farvestof og taber samtidig Evnen til at udføre deres specielle Funktion. I koncentrerede Opløsninger beholder de deres røde Farve, men synker snart til Bunds i den farveløse Opløsning. Ved at bestemme Grænsekoncentrationen for de forskellige opløste Stoffer kunde man vente at finde, at Virkningen paa Blodlegemerne afhang af det opløste Stofs Art. Man blev derfor overrasket, da det viste sig, at det osmotiske Tryk var det ene afgørende.

Massart har foretaget nogle ejendommelige Forsøg med det menneskelige Øje. Han indførte i Øjet, antagelig sit eget, uskadelige Opløsninger, som i Forvejen var opvarmede til Legemets Temperatur. Naar Opløsningen var fortyndet under en vis Grænse, gjorde Øjet sit bedste for at forøge Koncentrationen ved Fordampning; der viste sig nemlig en uimodstaaelig Trang til at holde Øjet aabent. Var Opløsningen for stærk, lukkede Øjet sig, For-

Digitized by Google

dampning blev forhindret, og Dannelsen af Taarer fremkaldte den nødvendige Fortynding. Ved at bestemme Grænsekoncentrationen for de forskellige Opløsninger fandt man ogsaa her, at de havde samme osmotisk Tryk.

Da osmotisk Tryk saaledes synes at have stor Betydning, er det af Vigtighed at kunne maale det nøjagtigt. Desværre er det temmelig vanskeligt, men da osmotisk Tryk og Frysepunktsænkning er proportionale med hinanden, er det tilstrækkeligt at bestemme to Opløsningers Frysepunkt for at kunne sammenligne deres osmotiske Tryk. En Beregning viser, at en Opløsning, der besidder et osmotisk Tryk paa 1 Atmosfære ved 0^0, fryser ved $\div 0{,}084^0$.

Forf. mener af disse Undersøgelser at kunne drage den vigtige Slutning, at i Organismen som Helhed maa de forskellige Vædsker være i osmotisk Ligevægt indbyrdes og altsaa have samme Frysepunkt. En vigtig Undtagelse er Nyrernes Afsondringer, som undertiden kan fremvise abnormt høje osmotiske Tryk.

Maaske vil man ad disse Veje finde nye Kendetegn paa Sygdomme; det er jo muligt, at vor Sundhed tildels afhænger af, om vi har vore osmotiske Tryk i Orden.

P. B. Freuchen.

II. Om Stoffets Bestaaen.

Er der nogen Lov, man tidligere har stolet paa, da er det Loven om Stoffets Bestaaen, som siger, at den samlede Vægt af de Stoffer, der deltager i en kemisk eller fysisk Proces er uforandret. Siden man har lært Elektronerne og de radioaktive Stoffer at kende, skal man dog ikke føle sig tryg i saa Henseende.

1893 gjorde *Landolt* en Række Forsøg for at undersøge Sagen. Fremgangsmaaden var følgende. De Stoffer, der skulde virke paa hinanden, anbragtes i hver sin Gren af et ∩-bøjet Glasrør, som derefter tilsmeltedes. Røret vendes om, og Reaktionen foregaar. Ved nøjagtig Vejning før og efter Omsætningen fandt han i Reglen en lille Vægtforandring, som paa enkelte Undtagelser nær var et Tab i Vægt. Skønt Tabet overgik den sandsynlige Vejningsfejl, mente *Landolt* dog, at der kunde være visse Fejlkilder tilstede,

Digitized by Google

som han ikke var Herre over, hvorfor han ikke turde slaa noget endeligt Resultat fast. Lignende Forsøg gjordes 1901 af *Heydweiller.*

Nu har *Landolt**) taget Sagen op paany og med største Omhu undersøgt adskillige vidt forskellige Reaktioner, af hvilke skal nævnes:

$$Ag_2\ SO_4 + 2FeSO_4 = 2Ag + Fe_2\ (SO_4)_3,$$
$$HIO_3 + 5HI = 6I + 3H_2O$$

samt Opløsning af Kobbervitriol i svovlsyreholdigt Vand.

Forf. sammenholder sine 54 nye Forsøg med 21 af *Heydweiller.* Af samtlige 75 Forsøg, som strækker sig over 14 forskellige Reaktioner, har 61 altsaa 81 %, vist Vægttab, hvis Størrelse i det hele overskrider Forsøgsfejlenes Grænser. I de Tilfælde, hvor der er Vægtforøgelse, er den saa lille (0,002—0,019 mg.), at den ligger indenfor Forsøgsfejlene (0,03 mg.). *Landolt* slaar derfor fast, at *Vægtformindskelse er det normale Fænomen.*

Hvad kan nu Aarsagen være?

Man kunde tænke sig, at Tyngdekraftens Virkning ikke var ens for alle Stoffer. Dette kunde forklares derved, at Atomerne indeholdt eller var indhyllede i en vis Mængde Æter, hvis Mængde kunde forandre sig under en kemisk Proces. Æteren maatte da tænkes at have en vis omend ringe Vægt. Ogsaa har man tænkt sig, at Vægtforandringen skyldtes Fremkomst eller Forsvinden af Elektroner. *Martinelli,* som har undersøgt flere af Processerne, har dog ikke kunnet mærke nogen Ionisering i den omgivende Luft.

Efter *Landolts* Mening kan man forklare Sagen ved at antage, at der er Radioaktivitet med i Spillet. Det er bekendt, at et radioaktivt Stof under sin frivillige Forvandling gennem forskellige Trin afgiver visse Smaadele. Naar nu to Stoffer virker kemisk paa hinanden, kan man jo antage, at Atomerne kommer i stærke Rystelser, hvorved yderst smaa Partikler løsrives fra det øvrige og slynges ud; disse Smaadele maa da paa et eller andet Stadium kunne gaa igennem Glas. Hvis det er i Form af Helium, stemmer det med, at dette Stof ved sædvanlig Temperatur formaar at trænge ind i Glas. Det har desuden vist sig, at Glasvæggenes Beskaffenhed har Indflydelse. Ved Reaktionen mellem Sølvsalte og Jern-

*) Zeitschr. f. physikal. Chemie 55, 589, 1906.

Digitized by Google

sulfat fandt man saaledes, at Vægtformindskelsen næsten helt udeblev, naar Glassets Inderside var overtrukken med et Lag Paraffin. Glassets kemiske Sammensætning kan jo ogsaa have Betydning i den Henseende. Forf. haaber ved fremtidige Forsøg at komme tilbage til denne Side af Sagen.

P. B. Freuchen.

Radium.

Man faar et Indtryk af, paa hvilket Stadium Radiumforskningen i Øjeblikket befinder sig, og hvilken Betydning den menes at have ved at følge de Forhandlinger om denne Sag, som har fundet Sted paa British Associations aarlige Møde i den nu forløbne August Maaned, og ved at læse en Diskussion, som disse Forhandlinger har affødt i „Times" i Løbet af August og September. I Indledningsforedraget til Møderne i den matematisk-fysiske Sektion dvælede den udvalgte Præsident ved to Omraader, hvor Radiumforskningen har givet nye Impulser og Anskuelser, nemlig hvad angaar Grundstoffernes Forvandling og Jordens indre Bygning. Om disse to Ting udspandt der sig i særlige Møder en overordentlig livlig Diskussion, hvis Hovedpunkter er refererede i „Nature".

Diskussionen om Grundstoffernes Udvikling indlededes af Mr. *Frederik Soddy*. Han gav en historisk Oversigt over Anskuelserne paa dette Omraade fra de tidligste Tider til de sidste Dages Undersøgelser i Tilknytning til de radioaktive Stoffer. Disse Undersøgelser synes at vise, at Uranium forandres gradvis til Radium, Radium*) til dets Emanation og flere andre efterfølgende Produkter, indtil det efter al Sandsynlighed bliver til Bly. Blyet antages at undergaa en langsom Forandring og blive til Sølv. Disse Forandringer foregaar af sig selv og under samtidig Udvikling af Energi.

Hvis man vilde forsøge at faa Forandringerne til at gaa den modsatte Vej, maatte man *tilføre* en stor Energimængde.

---

*) Fysisk Tidsskrift IV, S. 72—79.

Digitized by Google

Under Diskussionen blev der talt en Del om det mærkelige, at Helium var det eneste ikke-aktive Stof, der vidstes at opstaa ved de hidtil bedst kendte radioaktive Processer, mens et andet ikke-aktivt Stof nemlig Argon var langt overvejende i vor Atmosfære. Det kunde maaske tænkes, at andre radioaktive Forvandlinger medførte Udsendelsen af Argon. — Der blev endvidere berettet om Forsøg, der var i Gang for at undersøge, hvorvidt de radioaktive Processer var afhængige af det Tryk, Stoffet var underkastet; hidtil havde det vist sig, at Tryk paa indtil 2000 Atmosfærer ikke synes at have nogen Indflydelse paa Processernes Forløb, men Undersøgelserne var ikke fuldførte.

En Diskussion om Radioaktivitet og Jordens indre Bygning indlededes af Mr. *Strutt*. Gennem Undersøgelse af Radiumindholdet i en Masse forskellige Stenarter var han kommen til den Slutning, at der var meget mere Radium i dem, end der vilde behøves til at vedligeholde Jordens indre Varme, hvis Jorden helt igennem var bygget af disse Klippearter. Heraf slutter han, at det indre af Kuglen ikke indeholder Radium, og at efter al Sandsynlighed dets Sammensætning er ganske forskellig ogsaa i andre Henseender fra Overfladelaget. Han beregner Tykkelsen af det radioaktive Lag til at være højst 45 Mil (engelske), hvilket svarer til en formodet Temperatur paa 1500° C. indenfor dens indre Skal. Han imødegik den Indvending, at det kunde være tvivlsomt, om et Gram Radium fordelt over uhyre Klippemasser vil udsende den samme Varmemængde som i koncentreret Tilstand. Han anførte herimod 2 Kendsgerninger, 1) at den Mængde α-Partikler, der udsendes af Begblende, netop er den, som man skulde vente efter Radiumindholdet, og det er hovedsagelig ved disse Partiklers Udsendelse, at Varmeudviklingen opstaar; 2) at direkte Maalinger synes at have vist, at Uranium og Thorium ogsaa udvikler Varme og netop saa meget, som man skulde vente efter deres Aktivitet i Sammenligning med Radium. Under Diskussionen støttedes denne Antagelse om den store Forskel mellem Overfladelagene og Jordens indre Bygning af Geologer, som ad andre Veje var naaet til samme Resultat.

Disse Diskussioner refereredes i „Times“ og medførte, at Lord *Kelvin*, den berømte engelske Fysiker, tilskrev Bladet en Protest mod de heri hævdede Anskuelser.

Digitized by Google

I Referatet stod der, at den Anskuelse ikke blev synderlig omstridt, at Opdagelsen af, at der udvikledes Helium af Radium virkelig havde fastslaaet, at Grundstofferne gradvis dannedes af hinanden. Hertil bemærker Lord *Kelvin*, at hvor interessant end denne Opdagelse af *Ramsay* og *Soddy* kan være, forekommer den ham ikke at være af mere Betydning for Anskuelserne om Grundstoffernes Natur end *Ramsays* første Opdagelse af Helium som en Art Emanation, der udgik fra Mineralet Cleveit. Den klare Slutning, der kan drages af de to Opdagelser, er, at baade Cleveit og Radium indeholder Helium. Ligeledes erklærer han sig ganske uenig i den Antagelse, at Radiums Varmeudvikling skulde være af væsentlig Betydning for Solens eller Jordens Varme. Der udviklede sig nu en Diskussion om disse Spørgsmaal. Lord *Kelvin* fik ikke synderlig Støtte for sine Angreb — dog støttede „Times" ham med en Leder — og han blev imødegaaet af en Række Mænd, der praktisk arbejder med Radium. Lord *Kelvin* hævdede, at efter det foreliggende var det rimeligt at betragte Radium som en kemisk Forbindelse af Helium og Bly. Til Slutning skrev *Soddy* i „Nature" et Resumé af hele Diskussionen, og dette Resumé staar som det sidste i Sagen, da Lord *Kelvin* ikke har taget Afstand derfra, men tvertimod i et Par Bemærkninger har anerkendt dets hele Karakter.

Soddy skriver dernæst: „Er Radium en kemisk Forbindelse eller et Grundstof? Det er tilfredsstillende, at man efter saa megen Kamp er kommen til saa simpelt et Alternativ. Maaske er Kemikernes Tavshed det mest betydningsfulde Indlæg i Sagen angaaende den Anskuelse, at Radium er en kemisk Forbindelse. Thi man maatte da antage, at en Kemiker var bedst skikket til at afgøre, hvorvidt en vis Forandring var, hvad man kalder en sædvanlig kemisk Forandring eller ikke, og den Kendsgerning synes da talende, at man har overladt det til en Fysiker at antage dette Standpunkt.

Den Antagelse, at Radium er en kemisk Forbindelse, behøver ikke straks at forkastes; den er et Grundlag for videre Slutninger, den byder de konservative og forsigtige visse Fordele. Den udtrykker et rent Minimum af Kendsgerninger, som selv de mest Skeptiske er ude af Stand til at afkræfte. Dette Minimum er i Korthed sagt, at Radium undergaar en kontinuerlig Forandring,

Digitized by Google

der staar i nær Sammenhæng med dets Radioaktivitet, at Helium frembringes ved denne Forandring, og at en overordentlig stor, men ganske bestemt Energimængde frigøres. Alle andre Spørgsmaal, som er blevne sat i Forbindelse hermed, om Grundstoffernes gensidige Overgang, om den Rolle, Radium spiller i de kosmiske Processer, kan tages op eller lades ligge; de er tilladelige Skridt i Hypotesernes Region.

Men hvilken ussel Brøkdel selv af fastslaaede Kendsgerninger er ikke dette Minimum! Tilsyneladende en Forklaring af Radioaktivitet, begynder og ender det med det Faktum, at der gradvis udvikles Helium fra Radium. De talrige andre Produkter af Radium: den flygtige Emanation og dettes ikke flygtige Produkter, kendte paa deres karakteristiske Radioaktivitet, de langsommere skiftende senere Produkter, af hvilke Polonium er et, der er kemisk lige saa beslægtet med Tellurium som dets Ophav med Radium — alle disse gøres der ikke Regnskab for. Og det vigtige Spørgsmaal om Naturen af α-, β- og γ-Straalerne og deres Oprindelse tales der intet om. Der ses bort fra den Kendsgerning, at Radioaktivitet er — for at bruge Madame *Curies* udmærkede Udtryk — en atomistisk Egenskab, d. e. den er uafhængig af det radioaktive Elements kemiske Forbindelse med andre Elementer. Radium ligner i enhver anden Henseende paa det nærmeste Baryum, hører til samme Familie i den periodiske Række, ligner det baade i kemisk Natur og hvad dets Spektralliniers Rækker angaar. Dog, Baryum er et Grundstof, Radium er en kemisk Forbindelse; om Thorium og Uranium er kemiske Forbindelser, omtales ikke.

Det er den almindeligt antagne Teoris Ære, at den samler alle disse Kendsgerninger og bringer Overensstemmelse imellem dem, idet den giver en simpel og naturlig fysisk Forklaring af hver af dem, en Forklaring, hvis Rigtighed kan prøves ved kvantitative Eksperimenter. Desuden kan man paa Grundlag af den drage en Række Slutninger, der kan prøves eksperimentelt, og af hvilke nogle faa, f. Eks. Frembringelsen af Helium af Radium og det konstante Forhold mellem Uran og Radium, er blevet paa den smukkeste Maade bekræftet ved Forsøg, mens Størsteparten blot venter paa at blive prøvede ad eksperimentel Vej".

Grunden til Fjendskabet mod denne nye Teori hos dem, der ikke særlig beskæftiger sig med eksperimentel Radiumforskning,

Digitized by Google

søger *Soddy* i, at Fænomenerne — særlig Emanationens — er saa mærkelige, at man ikke ret vel kan blive fortrolig med dem, uden at man vænner sig til dem gennem Arbejdet med dem, og derigennem vænnes saaledes til det aparte Stof, at man bliver oplagt til at antage en Teori for dets Maade at være paa, som ogsaa afviger fra det tilvante.

Soddy indrømmer, at Modstanden mod *Strutts* Antagelse af Radiums Betydning for Jordens indre Varme har bedre Grundlag, idet det ligger i Sagens Natur, at al Antagelse om, hvad der angaar Jordens Indre i høj Grad maa have Hypotesens Karakter. Da jo imidlertid Radiums Straaleudsendelse, der er forbundet med Varmeudviklingen synes uafhængig af alle ydre Betingelser, af Tryk og Temperaturforhold og af de Stoffer, som Radium er forbundet med, synes det dog vanskeligt paa Forhaand at nægte Radium enhver Betydning for kosmiske Processer eller for Klodernes Temperatur.

α-Straalerne fra Radium er vedblivende*) Genstand for Undersøgelser fra mange Sider. *Soddy***) har, foranlediget ved en Række Forsøg af *Bragg*, faaet den Tanke, at α-Partikler maaske er uden Ladning, naar de forlader det radioaktive Stof, og at deres positive Ladning først opstaar, naar de ved Sammenstød med andre Partikler mister en negativ Elektron. Han og flere andre har søgt at faa dette Spørgsmaal afgjort. Tre Betingelser maatte opfyldes, for at Forsøget kunde give et afgørende Resultat: 1) Det benyttede radioaktive Stof maa kun afgive α-Straaler, 2) disse α-Straaler maa kunne forlade det udstraalende Stof uden i selve dette at have Sammenstød med andre Partikler, hvilket altsaa vil sige, at det radioaktive Lag maa være tyndt og ikke dækket af et fremmed Stof, og endelig 3) α-Partiklerne maa forplante sig i lufttomt Rum, og deres Ladning maa undersøges i Flugten; det sidste kan ske ved at undersøge deres Afbøjning i et kraftigt magnetisk Felt. Er der ingen Ladning paa dem, vil de ikke afkøles. *Soddy* har realiseret Forsøgsbetingelserne 1) og 2) ved som radioaktivt Stof

*) Se Fys. Tidsskr. IV., S. 237.
**) Nature 1906, Aug. 2.

Digitized by Google

at bruge et Lag af Radium C*), som efterlades paa en Plade, der i nogen Tid befinder sig paa høj negativ Spænding i et Rum med Emanation. Efter at Emanationen og Radium A var forsvundet, glødedes Pladen med det efterladte Lag i Vakuum for at fjerne mulig tilstedeværende Luft; der var da kun et Lag af Radium C tilbage saa tyndt, at man kunde vente, at de udsendte α-Partikler kunde være fri for Sammenstød i selve Stoffet. Anbragtes dette i et Rum, hvorfra Luften delvis var bortskaffet, underkastedes α-Straalerne paa sædvanlig Maade en Paavirkning ved et kraftigt magnetisk Felt, men i det højeste Vakuum, der kunde frembringes, *afbøjedes de ikke*, hvilket altsaa passer med den Antagelse, at de kun faar en positiv Ladning paa Grund af Sammenstød med andre Partikler. I flere Forsøg fik han samme Resultat. I det ene varede Undersøgelserne 2 Timer, og tilsidst kunde α-Straalerne bøjes, som et Tegn paa, at Partiklerne i dem havde faaet en Ladning; samtidig farvedes Glasset, saa det er muligt, at Sammenstød med dette er Aarsagen til Fænomenet. *Soddy* bemærker, at det efter disse Undersøgelser „kunde se ud, som om Indflydelsen af Elektriciteten ved de radioaktive Forandringer og dens Betydning i det hele i Forhold til Materien kunde blive overvurderet". Forsøgene er jo imidlertid faa og vanskelige, og videre Undersøgelser maa afventes med Interesse. *Kirstine Meyer.*

Boganmeldelse.

Af *Niels Bjerrum.*

Svante Arrhenius: Theorien der Chemie. 1906. 177 Sider. 7 Mk. Leipzig.

Naar man hører, at der er kommen en ny Bog af Svenskeren *Arrhenius*, vil det altid være med Spænding og Interesse, at man gaar til at læse den. *Arrhenius* er nemlig en af de faa geniale Aander, hvis Fantasi ikke er bange for at sætte af Sted i Galop, selv hvor Grunden forekommer almindelige Mennesker gyngende, og som dog aldrig løber løbsk eller kommer galt fra det.

*) Se Fys. Tidsskr. IV., S. 230.

Digitized by Google

Arrhenius' ny Bog er en Udarbejdelse af en Foredragsrække, som han 1904 har holdt ved Kaliforniens Universitet i Berkeley.

Det er ikke en Lærebog i Kemiens Teorier, men en mere skitsemæssig Fremstilling af nogle af Hovedteorierne med det Formaal at vise Kontinuiteten mellem de ældre Teorier og den af *Arrhenius* i Midten af Firserne fremsatte elektrolytiske Dissociationsteori, som efter Manges Anskuelser staar uden Sammenhæng med de ældre Teorier. Til Trods for eller maaske netop paa Grund af Forfatterens nøgterne Fremstilling, forekommer det mig at være lykkedes ham at vise, hvorledes hans Dissociationsteori virkelig er opbygget med de ældre Teorier som solide Grundmure.

Bogen begynder med et begejstret Indlæg for Teoriers Nytte i Naturvidenskaben. I de følgende Kapitler, som paa Grund af Forfatterens Fremstillingsevne er meget let læste, gennemgaas paa historisk Grundlag Lovene om de konstante og multiple Proportioner og om Forbindelsesvægtene (*Ostwalds Faraday*-Foredrag kritiseres), Hydratteorien samt Anskuelserne om elektriske Kræfter mellem Atomerne og Valensteorien (der opstilles en ny Teori for Molekylforbindelsernes Konstitution). Der gives et udmærket Uddrag af de nye vidunderlige Hypoteser om Atomets Sammensætning, hvorefter de hidtil uspaltede Atomer har en endogsaa meget indviklet Sammensætning. Endvidere gennemgaas i store Træk Læren om Ligevægt og Hastighed ved den kemiske Proces, Læren om det osmotiske Tryk, og der sluttes med en kort og klar Fremstilling af den elektrolytiske Dissociationsteori og dennes store Brugbarhed, en Fremstilling, hvor Forfatteren dog ikke glemmer at opregne de Punkter, hvor Teorien endnu trænger til at blive forbedret.

Til Trods for, at Bogens mindre Omfang kun tillader en lettere Behandling af Stoffet, som man paa mange Punkter kunde ønske udførligere (Litteraturhenvisninger gør det dog muligt at man selv kan forbedre denne Mangel), faar man ved Læsningen af Bogens Kapitler et udmærket Overblik over Kemiens Teorier, et Overblik, der maa være af stor Interesse for Mennesker, der i Forvejen hovedsagelig kender Kemien fra dens analytiske og præparative Side, og som ønsker at faa mere Hold paa de derigennem bekendte, men usammenhængende Kendsgerninger.

Digitized by Google

Den kemiske Nomenklatur ved Skoleundervisningen.

Af

Hans Rasmussen.

I Oktober d. A. er der fra „Kemisk Forening"s Bestyrelse udsendt en „Beretning fra det ved „Kemisk Forening"s Møde d. 19. Febr. 1906 nedsatte Udvalg angaaende Nomenklaturen ved Skoleundervisningen i Kemi". Beretningen er undertegnet af Udvalgets fem Medlemmer, og af de indledende Bemærkninger synes det at fremgaa, at Udvalget anser det for absolut nødvendigt, at man i Skolen udelukkende benytter den i Forslaget nævnte Nomenklatur. Paa et Møde i „Kemisk Forening" blev Forslaget ikke sat under Afstemning, men af Forhandlingerne fremgik det, at man ønskede at udvirke en ministeriel Bekendtgørelse, der paabød alle Skoler denne Nomenklatur. Der kan her med Rette ankes over to Ting, nemlig: 1) at man venter med at tage fat paa denne Sag til dette Tidspunkt, og 2) at man ønsker Sagen fremmet ved Tvang. Der er jo neppe Tvivl om, at det var ønskeligt, om vi havde en mere konsekvent Nomenklatur end den, der i Reglen benyttes, og man skulde synes, at det gunstige Tidspunkt til at foretage en Ændring var til Stede, da Kemien 1903 blev indført i Skolen. Fra min Side blev der den Gang fremsat Forslag i „Fysisk Tidsskrift", 1. Aarg., 4. Hefte, men der syntes ikke hos Kemikerne at være nogen Interesse for at benytte dette gunstige Tidspunkt til at hidføre en Reform. Nu er det straks vanskeligere at tage Sagen op. Værre er det, at man tænker sig Sagen gennemført ved Tvang. Har Udvalget i Virkeligheden en saa ringe Tiltro til sin egen Nomenklatur? Mener Udvalget virkelig selv, at der ikke kan være Tale om, at denne Nomenklatur sejrer i Kraft af sine egne Fortrin fremfor en anden Nomenklatur? I saa Tilfælde burde det være indlysende for Alle, at den ikke bør indføres ved en ministeriel Befaling.

Udvalget synes at nære Frygt for, hvordan det skal gaa med den højere Undervisning i Kemi, hvis Skolen skulde benytte andre Navne end Forslagets. Denne Frygt maa være ugrundet. Har

Digitized by Google

Skolen for en enkelt Forbindelse brugt et galt Navn, maa Studenterne have en saadan Modenhed, at de med Lethed kan gaa over til det rigtige. Naturligvis kan det i det omvendte Tilfælde være vanskeligt nok at faa en intelligent Student til at bruge et mindre rigtigt Navn. Forøvrigt er den højere Undervisning i Kemi vel hidtil gaaet saa godt, som den skal, skønt de forskellige kemiske Lærebøger ikke har været i Overensstemmelse med Hensyn til Nomenklaturen. Nogen egentlig Forbedring i den Henseende kan Forslaget heller ikke medføre, da det jo skal være tilladt at benytte Binavne; $NaHCO_3$ har f. Eks. 4 Navne. Hvis 4 Lærebøger benytter hver sit Navn, gaar det jo ikke ret godt med Ensartetheden. Saa kunde man lige saa godt tage det femte Navn med, som er videnskabelig set det rigtigste, og som anvendes hos flere nyere Forfattere.

Læser man selve Forslaget igennem, ser man straks, at det er et *Kompromis*. Man faar Indtryk af, at det er lykkedes hver af Udvalgets fem Medlemmer at sætte et vist Antal Navne ind, og Forslaget byder langtfra en ensartet, men en meget blandet Nomenklatur. En Nomenklatur af den Art egner sig imidlertid ikke til Skolebrug, særlig saa længe Eleverne ikke kender Formlerne. De forskellige Navne efter forskellige Systemer vil da i Elevens Hjerne vække en forvirret Forestilling om de kemiske Forbindelser.

Begynder vi f. Eks. i Mellemskolens 2den Klasse at vise Børnene Forsøg med Ilt som det ildnærende Stof, saa skal vi efter Forslaget lære dem:

Svovl + Ilt = Svovl*syrling*.
Fosfor + Ilt = Fosfor*syreanhydrid*.
Kul + Ilt = Kul*syre*.
Jern + Ilt = Jern*mellemilte*.
Magnium + Ilt = Magnium*ilte*.
Kalium + Ilt = Kalium*overilte*.

Saa længe Barnet ikke kender Formlerne SO_2, P_2O_5 og P_2O_3, CO_2, Fe_3O_4, MgO, K_2O_4, vil det være et Spild af Tid og Kraft at søge at lære dem de 6 helt uensartede Navne. Har de endelig med stort Besvær faaet dem ind, har man givet dem en Kemi, der er et rent Hukommelsesarbejde, i heldigste Tilfælde ledsaget af smukke Forsøg. Ganske anderledes udviklende bliver det for

Digitized by Google

Børnene, og tillige videnskabelig set rigtigere, naar man siger henholdsvis: Svovl*ilte*, Fosfor*ilte*, Kult*veilte*, Jern*ilte*, Magnium*ilte* og Kalium*ilte*. Man giver dem da Forstaaelse i Stedet for Hukommelsesstof; det eneste, der bliver at huske, er Tilføjelsen „tve" ved CO_2, som desværre er nødvendig, fordi man ogsaa skal lære dem at kende Kul*ilte* (*CO*). Hovedsagen er, at de har faaet ind i deres Bevidsthed, at ved et Grundstofs Forbrænding i Luften dannes altid en kemisk Forbindelse, der bestaar af Grundstoffet og Ilt, og den Slags Sætninger faar Børnene ind gennem mange Eksempler, der viser ensartede Resultater. Det bliver nu let at gaa videre med f. Eks.:

Kulilte + Ilt = Kultveilte.

Kulbrinte + Ilt = Kultveilte + Vand o. s. v.

Naar man saa i Gymnasiets 1ste Klasse har lært Eleverne det kemiske Tegnsprog, er det meget let at gaa over til den internationale Nomenklatur, idet man blot sætter Oxyder for Ilter og tager Tallene med.

Det svageste Punkt i Udvalgets Forslag er *Kulsyre* som Betegnelse for CO_2. Fra min egen Undervisning bar jeg Erfaring nok for, hvor megen Fortræd Navnet gør. Jeg fandt ingen anden Udvej end at oversætte Navnet Kuldioxyd paa Dansk, og jeg har været tilfreds med Forandringen. Det giver meget mere Forstaaelse at kalde CO_2 Kultveilte og H_2CO_3 Kulsyre, end at sige f. Eks.: Alle Syrer indeholder Brint, og derefter: Kulsyre er egentlig ikke en Syre, men forholder sig dog som en Syre, naar den kommer i Berøring med Vand. Saadan noget kan vi Voksne, der kender Formlerne, forstaa, men Barnehjernen fatter det ikke; for Børn maa der skelnes skarpt mellem CO_2 og H_2CO_3. I Udlandet bruger man Udtryk som Kulsyregas eller er resolut gaaet over til Kuldioxyd. Her i Forslaget siges, at Navnet Kulsyre ikke foreløbig kan ændres. Hvorfor? Samme Forslag tager ikke i Betænkning at udelade Ordet „Natron" for $NaHCO_3$ og sætte „Tvekulsurt Natron" i Gaaseøjne. Natron og Tvekulsurt Natron har virkelig mere Borgerret i Sproget end Kulsyre — jeg skal blot anføre, at i min Barndom kendte enhver Bondekone Natrón, men der var ingen, der kendte Kulsyre —, og disse Navne er ikke saa vildledende, da de i hvert Fald ikke behøver at betyde en helt anden kemisk Forbindelse, nu da Natron kun er Binavn

Digitized by Google

for *NaOH*. Som Binavn for Kulsyre er vedføjet Kuldioxyd; men Binavnene bør, efter Udvalgets Mening, træde mere og mere tilbage for tilsidst i de fleste Tilfælde helt at forsvinde. Medens baade Videnskabsmænd og Pædagoger i Udlandet overalt afskaffer Kulsyre (for CO_2) og indfører Kuldioxyd, ønsker Udvalget, at dette Ord helst skal udgaa af Nomenklaturen. Hvad vil Udlandets Kemikere sige til en saadan Fremgangsmaade? Hvornaar mon vi kan vente en Lejlighed saa gunstig som den foreliggende til at afskaffe Kulsyre?

Af Fremskridt kan nævnes, at Udvalget afskaffer „tve" som Betegnelse for 1, 3 eller 4; derfor var der jo strengt taget ingen Grund til at afskaffe det som Betegnelse for 2. Det største Fremskridt er dog, at man gaar over til de internationale Navne for Saltene; man forbavses blot over, at dette i Aaret 1906 skal betegnes som noget Nyt. I Mellemskolen falder disse Navne langt lettere end de gamle Navne. Men her ser man tydelig Kompromiset. F. Eks.: Salte, der indeholder SO_4 skal kaldes „svovlsure Salte" og ikke „Sulfater", skønt det er SO_4 og ikke Svovlsyre, der karakteriserer disse Forbindelser. Selve *Ramsay* viger ikke tilbage for at bruge *Brintsulfat* (= Svovlsyre), naar han vil sammenligne det med *Kaliummanganat* og *Brintmolybdat*. Alle nyere Lærebøger benytter ogsaa Samlingsnavnet „Sulfater". Har man først prøvet nogen Tid, vil man snart finde, at:

Zink + Brintsulfat = Zinksulfat + Brint

giver sikrere Overblik over Omsætningen end:

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2,$$

da man i det sidste Tilfælde skal være fuldstændig klar over, at S og O_4 er en særlig Gruppe, medens i det første Tilfælde Tvedelingen i Brint og Svovlsyrerest træder klart frem. Et andet Eksempel paa Kompromiset er f. Eks. „Surt Natriumkarbonat", som har ikke mindre end 3 Binavne. Hvorfor stiller man mon Tvekulsurt Natron ringere end Natriumbikarbonat, da begge Navne jo betyder det samme og er lige vildledende? Forbindelsens Sammensætning er: $\overset{H}{Na}\!>\!CO_3$. *Ramsay* kalder den derfor meget naturligt *Brintnatriumkarbonat*, ligesom han kalder:

$$\overset{H}{Ca}\!>\!CO_3 \quad \overset{H}{H}\!>\!CO_3 \qquad \text{og} \qquad \overset{H}{Fe}\!>\!CO_3 \quad \overset{H}{H}\!>\!CO_3$$

Digitized by Google

henholdsvis Brintkalciumkarbonat og Brintjernkarbonat. Enhver kan let se, at det er de naturlige Benævnelser.

I denne Sammenhæng kunde det være interessant at se, om $Na_2H_2Sb_2O_7$ stadig skal hedde Natriummetaantimonat med den interessante Vedføjelse, at det egentlig er et -pyroantimonat. Spørgsmaalet er ikke besvaret i Beretningen.

Udvalget har indset det konsekvente i at benytte Navnene *Stanno* og *Stanni*, *Auro* og *Auri*, men foreløbig stillet dem som Binavne, fordi de lyder fremmed; mon de om nogle Aar skulde lyde mere kendte, naar Eleverne ikke mere læser Latin, eller er det Meningen, at de skal forsvinde af den danske kemiske Nomenklatur?

Hvorfor skal det hedde Ammoniakvand, men Ammoniumhydrosulfid. Ganske vist bestaar Ammoniakvand af Vand, Ammoniak, Hydrater af Ammoniak, Ammoniumhydroxyd samt Ioner af Ammonium og Hydroxyl. Det er jo en meget sammensat Blanding, men skal man f. Eks. skrive Omsætningen mellem Aluminiumklorid og Ammoniak, vil man vel nok opfatte Ammoniakvand som Ammoniumhydroxyd. Vil man være konsekvent, kan man lige saa lidt kalde en Opløsning af Ammoniumhydrosulfid med dette Navn, da det jo ogsaa er en meget sammensat Blanding.

Ilterne har stadig en Mængde forskellige Navne som Syrer, Syrlinger, Syreanhydrider, Forilter, Ilter, Mellemilter og Overilter. De to første Betegnelser er Betegnelser for noget helt andet, som jeg har vist det for Kulsyrens Vedkommende. De øvrige kan kun tjene til at forøge Hukommelsesstoffet og sprede Forvirring i den kemiske Sammenhæng, idet Ilterne som Regel ikke vil føje sig ind under disse Betegnelser. En Mængde af dem, f. Eks.: PbO_2, Al_2O_3, ZnO, Fe_2O_3, SnO o. s. v. optræder tillige som Syreanhydrider. Co_2O_3 giver med Saltsyre Udvikling af Klor og er altsaa i dette Tilfælde ikke et Ilte, men et Overilte. Mn_2O_3 er ikke et Ilte, da det ved Behandling med fortyndet Salpetersyre opfører sig som et Mellemilte. Den eneste Nomenklatur, som ikke giver en forkert Forestilling om Ilternes Egenskaber, er den internationale, eller, hvis man holder paa det danske Ord „Ilt", en Oversættelse af den internationale.

Navne som Kloroverilte for ClO_2 og Kvælstofoverilte for NO_2 $[N_2O_4]$ er helt nye, og de internationale Navne er ikke engang

Digitized by Google

medtaget som Binavne. Udvalgets Beretning siger. at disse nye Navne karakteriserer Forbindelserne. Det vil en flink Elev næppe finde, naar han i alle Forhold lærer dem at kende nærmest som Mellemilter. Klordioxyd og Kvælstofdioxyd forener sig med Baser og danner to Salte, ligesom Jernmellemilte forener sig med Syrer og danner to Salte. Egentlig skulde de hedde „Klormellemsyreanhydrid o. s. v. efter Udvalgets Nomenklatur. Gaar vi videre med Kvælstofdioxyd, forener det sig med Vand enten til to Syrer eller til en højere Syre og et lavere Ilte, ligesom Blymellemilte paavirkes af Salpetersyre og danner et lavere Salt og et højere Ilte. Ligesom Kvælstofdioxyd kan dannes af Kvælstofilte og Ilt, kan Blymellemilte dannes af Blyilte og Ilt, og Mangaṅmellemilte af Manganilte og Ilt.

Jeg skal ikke komme ind paa flere Enkeltheder, men jeg haaber at have paavist, at Udvalgets Forslag ikke egner sig til at blive fastslaaet som Norm. Det er muligt, at Udvalget selv er tilfreds med sin Nomenklatur, men den Tilfredshed bør ikke strække sig saa vidt, at vi Andre skal have den paatvungen. For Gymnasiet vil denne Nomenklatur virke som en stærk Hæmsko, indtil Eleverne har faaet fuldt Herredømme over Formlerne; de tænker da paa Formlen, naar der er Tale om en Omsætning, og ikke paa et Navn, der ofte karakteriserer noget helt Andet. I Mellemskolen betyder Nomenklaturen endnu mere. For 4 Aar siden stod der stor Kamp, om Mellemskolens 12aars Børn skulde lære Formler eller ikke. Den Gang slap vi for Formlerne. Fri for alle snærende Baand har der i mange Skoler udviklet sig en Kemiundervisning, der er meget værdifuld. Men for en saadan Undervisning har Nomenklaturen samme Betydning som Formlerne. Man kan have en forstaaelig Nomenklatur, der gør det let for Barnet at faa Overblik over de simpleste kemiske Omsætninger og giver en virkelig kemisk Uddannelse, som ikke falder af to Dage efter den sidste Kemitime. Man kan paa den anden Side have en Nomenklatur, der vildleder i Stedet for at retlede, der kun giver Hukommelsesstof, hvor der kunde gives Forstaaelse; paa denne kan man ikke bygge en sund Kemiundervisning; ved Hjælp af smukke Eksperimenter kan man maaske i et kortere Tidsrum skabe ganske morsomme Timer, men der huskes kun lidt af det, og de fleste kemiske Omsætninger forstaar Barnet netop lige saa meget af, som

Digitized by Google

før det begyndte at lære Kemi. Skal vi nu have Befaling til at slaa ind paa den sidste Vej, naar den første ikke blot er farbar, men endogsaa i nøje Tilslutning til den Nomenklatur, der er den mest gældende i andre Lande? Jeg henstiller til Alle, der omfatter Børneskolens Kemiundervisning med virkelig Kærlighed, at tage denne Sag under alvorlig Overvejelse. Vi har her i Landet haft det enestaaende Tilfælde, at Kemien blev afskaffet i vore Skoler; det er vel ikke værd, at det Samme skulde ske en Gang til.

Da Sagen ikke har været fremsat til offentlig Diskussion, vilde jeg gerne anmode det ærede Udvalg om at besvare følgende Spørgsmaal:

1) Hvorfor kan vi ikke paa det nuværende Tidspunkt afskaffe Navnet Kulsyre for CO_2 og indføre Kuldioxyd eller Kultveilte?

2) Kan det anses for rigtigt i en Bog til Undervisning som Navn for en Forbindelse at benytte Navnet for en anden Forbindelse?

3) Hvorfor kan „tve“ ikke benyttes som Betegnelse for „to“?

4) Hvorfor kan man ikke benytte Navnene „Sulfater“, „Nitrater“, „Karbonater“, o. s. v. som Samlingsnavne for Forbindelser, der indeholder Ionerne SO_4, NO_3, CO_3 o. s. v.?

5) Hvorfor skal man benytte Navne som „Surt Natriumsulfat“ „Sekundært Natriumfosfat“ i Stedet for „Brintnatriumsulfat“ og „Brintdinatriumfosfat“?

6) Hvorfor skal man stadig inddele Ilterne (Oxyderne) i Syrer, Syreanhydrider, Overilter, Mellemilter o. s. v.?

7) Hvorfor skal man indføre Navnene „Kloroverilte“ og „Kvælstofoverilte“?

8) *Hvorfor kan man endnu ikke i Aaret 1906 her i Danmark indføre den internationale Nomenklatur eller Oversættelser deraf?*

Digitized by Google

Fysik i Skolen.

Skoleøvelser i mekanisk Fysik i 5te og 6te Klasse m. n.*).

Af

N. Christensen.

15. Snoning.

Et cylindrisk Rør af Længde l, Radius r og Tykkelse t snos Vinklen v. Kraften, der modvirker Drejningen, vokser med r, t og v og aftager med l ɔ:

$$S = 4K \cdot \frac{rt}{l} \cdot v.$$

Momentet af Kræfterne hele Vejen rundt er da

$$M = \Sigma 4K \frac{rt}{l} v \cdot 2\pi r \cdot r.$$

For en Cylinder med Radius a faas, idet $t = \frac{a}{n}$, $r = \frac{p}{n} a$.

$$M = 4K \cdot \frac{a^4 v}{n^4 l} \Sigma_1^n p^3$$

$$\Sigma_1^n p^3 = \left[\frac{n(n+1)}{2}\right]^2, \quad \frac{1}{n^4} \Sigma p^3 = \tfrac{1}{4} \text{ for } n = \infty.$$

$$M = K \cdot \frac{a^4}{l} \cdot v.$$

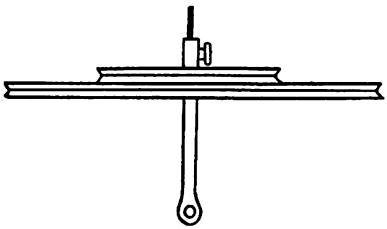


Fig. 8.

Paa Stativet, der bruges ved Strækningsforsøg, fastskrues en Messingtraad, forneden klemmes den fast til en Skive som Fig. De to Radier er 90 mm og 45 mm; i diametralt modsatte Punkter fæstes Traade, der føres vandret hen over to Trisser; Vægtene, der snor Traaden, ophænges i disse Traade. I Stangen forneden hænges Vægte til at stramme Traaden.

*) Fortsættelse fra 4de Aarg., S. 264.

Digitized by Google

1. Messingtraad. $l = 500^{mm}$. $a = 0{,}45^{mm}$.

Snoningsvægt.	v for Arm 90^{mm}.	v for Arm 45^{mm}.
$2.5^{gr.}$	106^0	54^0
2.10 -	211^0	106^0
2.20 -		212^0

2. Messingtraad. $a = 0{,}775^{mm}$.

	Vægt.	v for Arm 90^{mm}.	v for Arm 45^{mm}.
$l = 500^{mm}$.	$2.10^{gr.}$	24^0	
	2.20 -	47^0	$23\frac{1}{2}^0$
	2.50 -	120^0	60^0
	2.100 -		121^0
$l = 1000^{mm}$.	2.10 -	47^0	
	2.20 -	94^0	

Snoningsvinklen er prop. med Snoningsmomentet og Længden.

$$\frac{211}{24} = 8{,}792 \quad \left(\frac{0{,}775}{0{,}45}\right)^4 = 8{,}798.$$

v er omv. prop. med a^4.

Klemmes den nederste Ende af Traaden fast til en Træstang, eller bedre et Trækors, hvorpaa der hænges Blyvægte, vil den udføre en Række Svingninger; er Svingningstiden t, har man

$$t = \pi \sqrt{\frac{Iv}{m}} = \pi \sqrt{\frac{Il}{Ka^4}}.$$

1) For $a = 0{,}45^{mm}$ $l = 500^{mm}$ faas $t_1 = 5{,}94$ Sek.
2) — $a = 0{,}775$ - $l = 500$ - — $t_2 = 2{,}00$ —
$a = 0{,}775$ - $l = 1000$ - — $t_3 = 2{,}85$ —

$2{,}00\sqrt{2} = 2{,}83$ iagttaget $2{,}85$.

$2.00\left(\frac{0{,}775}{0{,}45}\right)^2 = 5{,}93$ iagttaget $5{,}94$.

Beregnes K dels af Snoningsforsøgene, dels af Svingningsforsøgene, faas, idet $I = 1{,}75$ (Kilogr. og mm.)

For Traaden 1) $K_1 = 5932$ $K_1^1 = 5960$.
— — 2) $K_2 = 5906$ $K_2^1 = 5974$.

I Kataloger findes Snoningsapparater til ca. 100 Kr.; vort er hjemmelavet, Gradbuen paa Skiven er af Papir.

16. Gnidningskoefficient.

Paa en vandret Træplade A er skruet to parallele Lister af Eg — L —, en Egeklods kan slæbes hen ad Listerne. Trækket

Digitized by Google

frembringes ved at hænge Lodder i Snoren over Trissen. Klods og Lister smøres med Olje, og man kan finde Koefficienten baade ved at slæbe paa langs og paa tværs af Fibrene. Er Normaltrykket N, og Trækket, der lige kan holde Klodsen i Bevægelse T, har man:

$$T = \mu \, . \, N.$$

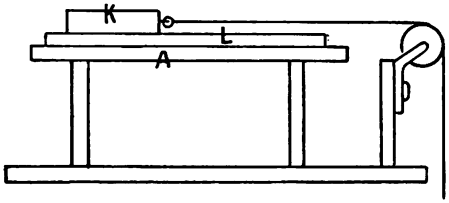


Fig. 9.

Eksempel.

N.	T.	μ.
542 gr.	115 gr.	0,212
642 -	133 -	0,212
742 -	155 -	0,209
942 -	196 -	0,208
1242 -	250 -	0,209

Middelværdi $\mu = 0{,}21$.

Med Jernskinner og Jernklods faas μ for Jern. Vort Apparat er hjemmelavet; i Kataloger findes lignende Apparater fra 30 Kr. til højere Priser.

Om Forklaringen af Wagners Hammer i de fysiske Lærebøger.

Da jeg for nogen Tid siden ved at gennemlæse en fysisk Lærebog stødte paa Beskrivelsen af Wagners Hammer, faldt det mig ind, at der i de allerfleste fysiske Lærebøger her findes en ikke uvæsentlig Fejl, idet Forklaringen af Hammerens Virkemaade er meget mangelfuld og ukorrekt. Forklaringen lyder i Almindelighed

Digitized by Google

saaledes: „Sluttes nu Strømmen, tiltrækker Elektromagneten sit Anker; men herved afbrydes Strømmen atter, Magneten slipper Ankeret, der svipper tilbage og slutter Strømmen igen o. s. v.“ Denne Forklarings Ufuldstændighed træder tydeligt frem, naar man erstatter Elektromagneten med en Fjeder, der søger at bevæge Ankeret i samme Retning som Elektromagneten, dog saaledes, at Fjederen standses i sin Bevægelse, naar den har trykket Ankeret et lille Stykke fremad. Ganske analogt med ovenstaaende Forklaring kunde man da ræsonnere: „Fjederen kaster nu Ankeret fremad, men herved standses den i sin Bevægelse og ophører at virke paa Ankeret, den svipper tilbage mod Fjederen igen o. s. v.“

Sagen er naturligvis den, at Forklaringen intet Hensyn tager til den Kraft, der jo dog nødvendigvis maa forbruges for at vedligeholde Bevægelsen. Derfor bør det selv i de mest elementære Lærebøger fremhæves, at Elektromagneten ikke naar sin fulde Styrke øjeblikkelig, men først efter en kort Tids Forløb, saaledes at Ankeret tiltrækkes stærkere under Bevægelsen indad end udad. En nærmere Forklaring af det forbrugte Arbejdes Repræsentation i den ved Ankerets Bevægelse opstaaede modsat rettede elektromotoriske Kraft, turde vel ikke findes i de mere elementære Lærebøger, men i hvert Tilfælde bør man ikke møde med en Forklaring, der uden videre gør Wagners Hammer til et Perpetuum mobile.

Arnold Christensen.

Fysiklærermødet i Sorø.

Overlærer *Matthissen* meddeler, at Indtægt og Udgift for Fysiklærermødet balancerer med 797 Kr. 50 Øre. Regnskabet er godkendt af samtlige Indbydere og ligger til Eftersyn hos Fysisk Tidsskrifts Redaktør. *K. M.*

Med Offentliggørelsen af Resultatet af Regnskabet for Fysiklærermødet i Sorø foreligger vel sidste Omtale af dette. Tidsskriftet har bragt Referat af Foredrag og Diskussioner, men Mødet har ogsaa haft

Digitized by Google

sin Betydning ved det kammeratlige Samvær og det behagelige Ophold paa Akademiet. At det blev saa vellykket, skyldes væsenligst vore Værter og ikke mindst Rektor *Hoff* ved den Velvilje og Interesse, han viste Deltagerne.

Naar vi i de tre Dage kunde naa at diskutere Undervisningsforslagene, høre Foredrag, gøre Udflugter i Sorø og Omegn og dog faa rigelig Tid til Samtaler med Kolleger, saa viser det. at Mødet var godt planlagt og dets Program overvejet i alle Enkeltheder; naar man tillige husker, at Sjælen i det Hele — Overlærer *Matthiessen* — under Mødet var paa Færde tidlig og sent og foruden at sørge for sin Plans Gennemførelse, fik Tid til at sidde i Udvalg og gøre et betydeligt Arbejde der, saa synes jeg, der bør sluttes med at bringe ham en Tak, baade fordi han fik Mødet i Stand og for hans utrættelige Omsorg for, at vi Alle skulde befinde os vel. Mødet har efterladt lyse Minder og Ønsket om, at det maa gentages ad Aare.

Aalborg, 8de November 1906.

Niels Christensen.

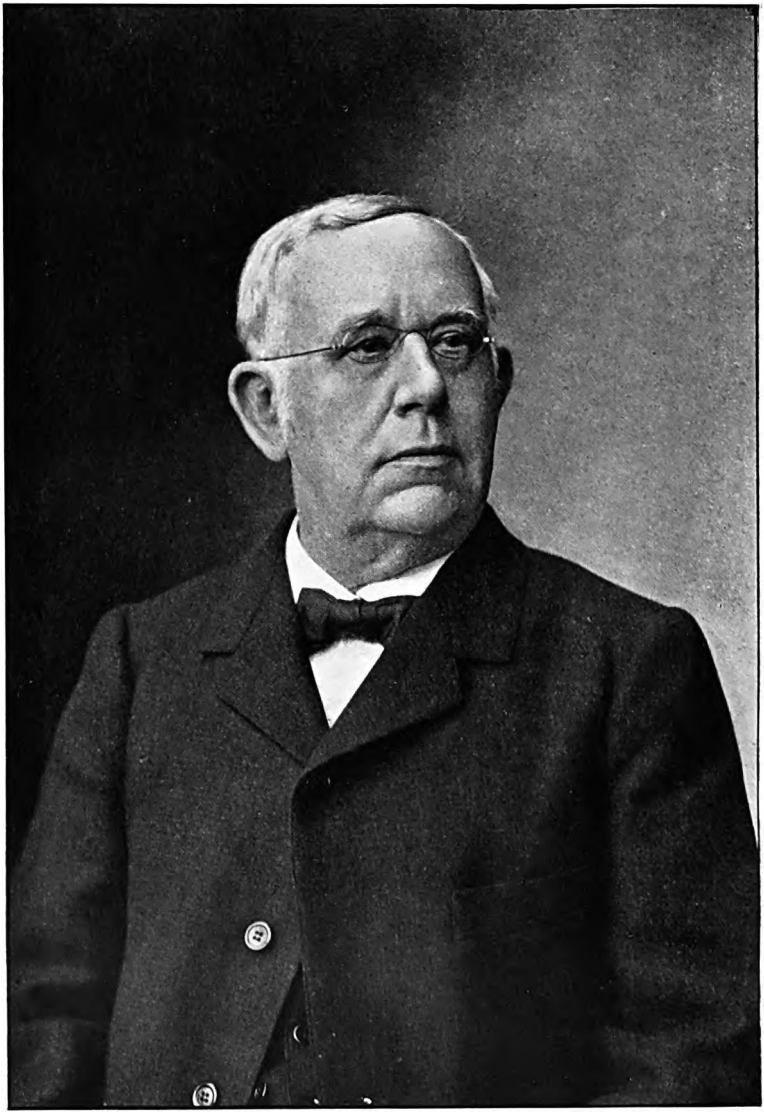
Bøger indsendte til Redaktionen:

F. Barmwater: Lærebog i Magnetisme og Elektricitet. 2. Udg.
„ : Lærebog i Mekanisk Fysik. 2. Udg.
Emil Petersen: Uorganisk Kemi. 2. Udg.
H. O. G. Ellinger: Forelæsninger over Meteorologi.
„ : Lærebog om Lyset. 2. Udg.
Alfred Lehmann: Lehrbuch der psychologischen Methodik.
I. N. Brøndsted: Affinitetsstudier II. D. Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter.
Chr. Winther: Zur Theorie der optischen Drehung.

Helge Holst: Elektriciteten til Hefte 20.
Naturen. Norsk Tidsskrift.
Tidsskrift for Vindelektricitet.
Den danske Realskole.

Digitized by Google

Digitized by Google



—Admiral Dewey

Digitized by Google

Adam Frederik Wivet Paulsen

født 2. Januar 1833, død [illegible]

Af

D. la Cour.

Med oprigtig Sorg vil [illegible] faret, at en af dets [illegible] ske Institut *Adam Paulsen* [illegible]

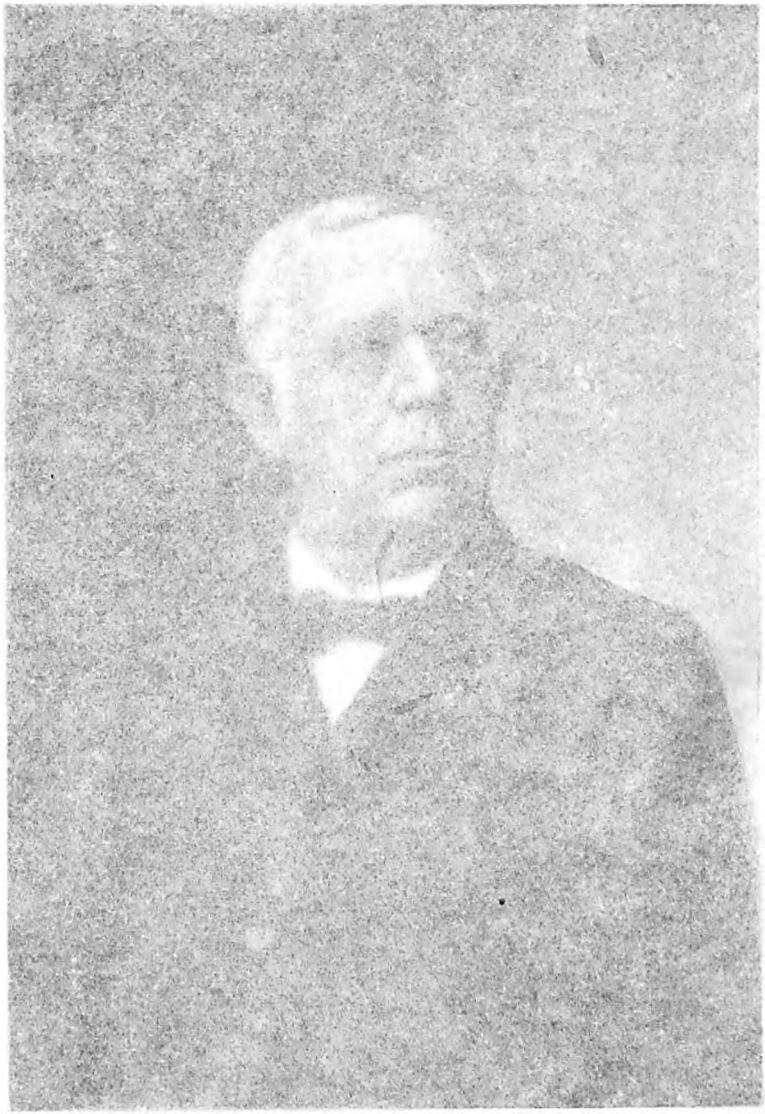
Ved hans Bortgang [illegible] var saa ind paa at have [illegible] fysikens Omraade. Han [illegible] der vakte Beundring hos [illegible] hans Helbred i de senere [illegible]

Adam Paulsens Arbe[illegible] og Virksom[illegible] Fysisk Tidsskrifts Læsere [illegible] Om hans Liv findes Oplysninger i Biografisk Leksikon.

Som Direktør for Meteorologisk [illegible] saa *Adam Paulsen* Institutet vokse og udvikle sig som en samfundsnyttig Institution. Under hans Ledelse blev der oprettet [illegible] Afdelinger for Vejtjeneste og Jordmagnetisme. Der blev [illegible] et magnetisk Observatorium ved Nørrevold og senere [illegible] af elektrisk Drift paa Sporvejene i København, [illegible] Hvidovre Skov ved Hvidovre. Paa flere Steder langs Landets Kyster [illegible] anbragtes selvregistrerende Vandstandsmålere. [illegible] de danske meteorologiske Stationer forsynedes med [illegible] Apparater, og paa Island og Grønland [illegible] af Stationer. Ved en international Overenskomst [illegible] Institutet i Kjøbenhavn Samler og Udgiver af Beretninger [illegible] Iisforholdene i de arktiske Farvande.

Udenfor Institutets Ramme, men [illegible] Interessesfære, var den fransk-svensk-danske Station, [illegible] 1902—1903 var oprettet paa Stanghede ved Hald i Jylland, og hvorfra man ved Hjælp af Ballonen og Drager udførte Undersøgelser særlig af Temperatur-, Fugtigheds- og Vindforhold i de højere Luftlag. At disse Under-

Digitized by Google



Russell Pavlica

Digitized by Google

Adam Frederik Wivet Paulsen,

født 2. Januar 1833, død 11. Januar 1907.

Af

D. la Cour.

Med oprigtig Sorg vil Læserne af Fysisk Tidsskrift have erfaret, at en af dets Stiftere, Direktøren for det meteorologiske Institut *Adam Paulsen*, er død.

Ved hans Bortgang er et Liv afsluttet, der uden Forbehold var sat ind paa at hæve og hævde Danmarks Stilling paa Geofysikens Omraade. Han søgte sit Maal med en utrættelig Energi, der vakte Beundring hos dem, der saa de Vanskeligheder, som hans Helbred i de senere Aar lagde ham i Vejen.

Adam Paulsens Arbejder og Virkefelt vil formentlig være Fysisk Tidsskrifts Læsere bekendt fra hans litterære Virksomhed. Om hans Liv findes Oplysninger i Biografisk Leksikon.

Som Direktør for Meteorologisk Institut saa *Adam Paulsen* Institutet vokse og udvikle sig som en samfundsnyttig Institution. Under hans Ledelse blev der oprettet særlige Afdelinger for Vejrtjeneste og Jordmagnetisme. Der blev bygget et magnetisk Observatorium ved Nørrevold og senere, efter Indførelsen af elektrisk Drift paa Sporvejene i Kjøbenhavn, et nyt i Rude Skov ved Holte. Paa flere Steder langs Landets Kyster, paa Færøerne og Island anbragtes selvregistrerende Vandstandsmaalere. Adskillige af de danske meteorologiske Stationer forsynedes med selvregistrerende Apparater, og paa Island og Grønland forøgedes Antallet af Stationer. Ved en international Overenskomst blev Institutet i Kjøbenhavn Samler og Udgiver af Beretninger om Isforholdene i de arktiske Farvande.

Udenfor Institutets Ramme, men indenfor dets Interessesfære, var den fransk-svensk-danske Station, der i 1902—1903 var oprettet paa Stanghede ved Hald i Jylland. og hvorfra man ved Hjælp af Balloner og Drager udførte Undersøgelser særlig af Temperatur-, Fugtigheds- og Vindforhold i de højere Luftlag. At disse Under-

Digitized by Google

søgelser fandt saadan Tilslutning fra dansk Side, at vort Land deler Æren for de opnaaede Resultater, skyldes i første Række *Adam Paulsen.*

Adam Paulsen var altid i høj Grad optaget af sine Opgaver og tænkte og talte til Tider nødigt om andet. I Forbindelse hermed staar den Iver, hvormed han ofte kastede sig ud i en Diskussion.

Et Eksempel paa hans enestaaende Virkelyst er den Ekspedition, han foretog det Aar, han fyldte 67. Paa det ene Øje var han den Gang næsten blind af Stær, men da det andet Øje var opereret, bestemte han sig ikke desto mindre til at tilbringe Vinteren med Studiet af Nordlys paa Nordisland. Han lod sig smede Ispig og Jernbrodder til at sætte under Støvlerne for at han kunde komme op ad de isdækte Skraaninger til Observationsstationen, hvor han stod timevis i Vinterkulden og iagttog, dikterede eller nedskrev. At han blev funden siddende fast i en Snedrive en Gang, Stormen havde taget hans Briller, betragtede han mere som et Æventyr end som en farlig Situation.

Den Afdøde bevarede Interessen for sit Fag og sin Gerning til det sidste. Hans Planer for fortsat Arbejde strakte sig langt ud i Fremtiden, og Sygdommen kuede ikke hans Iver. For hans Omgivelser var Sygdommen haabløs i de 33 Uger, hvori han for Størstedelen var sengeliggende. For ham selv stod den imidlertid kun som noget ufarligt og foreløbigt, der forsinkede hans Arbejde og gjorde det nødvendigt for ham at arbejde med dobbelt Kraft, naar han blev rask. Paa samme Maade havde han tidligere opfattet en Sygdom og ladet sig operere for Stær, Efterstær og Glaukom.

Adam Paulsen var ugift og døde uden at efterlade sig nærmere Familie. Hans Vennekreds var stor, og som Direktør var han æret og afholdt af de mange baade nær og fjærn, han kom i Berøring med.

Digitized by Google

J. J. Thomson.

Af

C. Christiansen.

Til Trods for de store Traditioner, der fra *Newtons* Tid er knyttede til Universitetet i Cambridge, har der dog været lange Tider, i hvilke Naturvidenskaberne har været svagt repræsenterede og lidet dyrkede i Cambridge. Vel har Studiet af Matematiken dèr aldrig helt tabt det Præg, som *Newton* satte paa den; Opgaver, som stod i Forbindelse med Astronomi og Fysik, var stadig fortrinsvis Genstand for Studiet, men den levende Forbindelse mellem Matematik og Fysik var ikke mere tilstede. For at bøde herpaa, skænkede Hertugen af Devonshire, som i 1870 var Universitetets Kansler, dette Midler til at oprette et fysisk Institut, som fik Navn af Cavendish Laboratoriet. Samtidig hermed besluttede Universitetets Senat at oprette et Professorat i Fysik. Da *William Thomson* (Lord *Kelvin*) afslog Opfordringen til at overtage det, faldt Valget naturligt paa *Clerk Maxwell*, som, rigtignok med megen Betænkelighed, overtog Embedet. Herved lykkedes det at bringe Studiet af Fysik ind i det gamle Spor; vel var *Maxwell* ingenlunde nogen fremragende Eksperimentator, men han havde, navnlig gennem Studiet af *Faradays* Skrifter, opnaaet en vidunderlig Evne til at finde de simpleste Udtryk for Naturfænomenerne, samtidig med at hans hele matematiske Udvikling satte ham i Stand til at drage videregaaende Konsekvenser af dem i et Omfang, som man ikke før har kendt Mage til.

Efter *Maxwells* Død 1879 overtoges Stillingen af Lord *Rayleigh*, der er saa berømt ved sine eksperimentale og teoretiske Undersøgelser over næsten alle Dele af Fysiken, og som ved sine nye Maalinger over Luftarternes Vægtfylde gav Stødet til Opdagelsen af de nye Luftarter, hvorfor han i 1904 fik Nobelprisen.

Lord *Rayleigh* trak sig tilbage i 1886 og efterfulgtes af den da 30-aarige *J. J. Thomson*, som i Aar har faaet Nobelprisen i Fysik. *J. J. Thomson* hører ganske til *Maxwells* Skole. Hans første Arbejder drejede sig om den videre Udvikling af de i

Digitized by Google

Maxwells Treatise on Electricity and Magnetism udviklede Anskuelser, navnlig da om den elektromagnetiske Lysteori og om elektriske Svingninger i Kugler, Cylindre osv.; men han følte snart Nødvendigheden af at gaa ud over denne Teori. Men herved kommer man nødvendigvis ind paa et Omraade, hvor der hersker stor Vilkaarlighed i Valget af Hypothese. Denne Vanskelighed falder bort, naar man antager, at Atomerne bestaar af Hvirvler i en gnidningsfri Vædske, hvis Egenskaber først er studerede af *Helmholtz*, senere af Lord *Kelvin* og mange Andre. Efter at have gjort et dybtgaaende Studium af Hvirvelsystemers Egenskaber, forsøgte *Thomson* at anvende Teorien paa Luftarternes fysiske og kemiske Egenskaber. Resultatet af Forsøgene derover har dog næppe tilfredsstillet ham, og han forsøgte da at komme frem ad andre Veje. Af Undersøgelser over Luftarters og Dampes elektriske Ledningsevne sluttede han, at der i dem kan finde to Slags Dissociation Sted; ved den ene er Produkterne nye uelektriske Molekyler, ved den anden er de Ioner, det vil sige elektrisk ladede Molekyler. Den sidste Art af Dissociation genfandt han, naar Röntgenstraaler gaar gennem en Luftart, og derpaa grundlagde han Læren om Mætningsstrømme, og han kunde derpaa grunde en ny Opfattelse af de elektriske Lysfænomener i Geisslers Rør.

Idet *Thomson* forfulgte denne Tankegang videre, kom han endelig i 1897 til at studere Katodestraalernes Egenskaber. Han fandt da, at Forholdet mellem Katodepartiklernes Ladning og Masse var konstant og sluttede deraf, at disse Partikler ikke kunde være Molekyler i den Forstand, i hvilken Kemikerne tog Ordet. Fra det Øjeblik af fik Læren om Elektroner en meget stor Betydning, og hans efterfølgende Arbejder handler for Størstedelen om Elektronteorien, paa hvilket Omraade han har arbejdet parallelt med *H. A. Lorentz* og fundet en Række smukke og højst interessante Resultater. De, som ønsker at faa en Oversigt derover, henvises til hans i 1904 udgivne Bog „Electricity and Matter".

Ved at tildele *J. J. Thomson* Nobelprisen i Fysik for 1906 har Stockholmerakademiet og med det den videnskabelige Verden i det hele udtrykt sin Paaskønnelse af den store Del, *J. J. Thomson* har haft i Elektronteoriens Udvikling baade ved sine egne Arbejder og ved den Virksomhed i samme Retning, der er udfoldet i det af ham ledede Laboratorium.

Digitized by Google

Foruden det ovenfor anførte Skrift, har han udgivet flere andre, af hvilke vi her skal fremhæve:

„Applications of Dynamics to Physics and Chemistry", London 1888. „Recent Researches in Electricity and Magnetism", Oxford 1893. „Conduction of Electricity through Gases". Cambridge 1903.

Om Nordlys.

Af

P. B. Freuchen.

Antallet af Nordlysteorier er ikke ringe. Den bedst kendte af de ældre skyldes *Edlund*, som mente, at Nordlyset fremkom ved Induktion paa følgende Maade. Jorden er en roterende Magnet; ved Rotationen opstaar en elektromotorisk*) Kraft, som sender positiv Elektricitet op i Luften, medens Jorden beholder den negative. Strømmen gaar ved Ækvator lodret opad, paa Steder med større Bredder skraat opad i nordlig eller sydlig Retning, eftersom man befinder sig paa den nordlige eller sydlige Halvkugle. Elektriciteten ophober sig i Nærheden af Polerne og søger efterhaanden ned imod Jorden for at udlade sig. Ved denne Udladning fremkommer Polarlyset**).

Edlunds Teori kan forklare adskillige af Nordlysets Egenskaber, men har sine svage Punkter. Man har saaledes lagt Mærke til, at der undertiden kan optræde kraftige Nordlys, som ikke paavirker Magnetnaalen. Desuden er det paavist, at Nordlystæpperne i de arktiske Egne gennemløbes af Strømme, som er rettede fra neden opad. Det viste sig nemlig, at naar et Nordlystæppe nærmede sig fra Syd, slog Naalens Nordende ud imod Vest;

---

*) Se *Dahlander:* Lärobok i Fysik, S. 854.

**) Da Forholdene er bedst kendte paa den nordlige Halvkugle, vil jeg i det følgende kun bruge Betegnelsen Nordlys.

Digitized by Google

idet Tæppet gik forbi Zenit, svingede Naalen om sin Ligevægtsstilling for at slaa ud imod Øst, naar Tæppet fjernede sig i nordlig Retning. Ved Hjælp af Holtens Regel ser man, at Strømmen gaar opad.

Af Hensyn til det følgende skal bemærkes, at Nordlys kan deles i to Grupper, de straaleløse og de straaleformede. Den første Slags viser sig som et roligt Lysskær, der undertiden kan strække sig over hele Himlen; denne Slags Nordlys paavirker i Almindelighed ikke Magnetnaalen. Til den anden Gruppe hører Nordlysbuer, som af og til ses paa vore Breddegrader, ligeledes de Nordlysbaand og -tæpper, som er hyppige i de arktiske Egne; de udmærker sig alle ved at udsende meget urolige Lysstraaler og virker i Reglen paa Magnetnaalen.

Støttende sig til egne og andres Iagttagelser opstillede Direktør *Adam Paulsen**) 1894—95 en ny Teori, hvis Indhold i Korthed er følgende. I Atmosfærens øverste Lag findes store Mængder af negativ Elektricitet. Herfra sendes Katodestraaler ned igennem Luften, som derved kommer til at fluorescere. Nordlyset skyldes denne Fluorescens. Samtidig bliver Luften ledende, idet den ioniseres, og hvis der nu findes Spændingsforskelle, vil disse udjævnes. Heraf følger, at naar et Nordlystæppe hænger roligt, vil Spændingsforskellen hurtig ophæves og Strømmen ophøre, hvorfor Magnetnaalen ikke paavirkes. Hvis derimod Tæppet flytter sig, vil de elektriske Strømme holdes vedlige, og Naalen bliver urolig. „Straalingsteorien" gør ogsaa Rede for den Sammenhæng, der er imellem Nordlys og Skyer. Man har i de arktiske Egne ofte set Skyer, der ved Dagslyset havde Form som Nordlysbuer og som ved Nattens Frembrud forvandledes til Nordlys; ligesaa har man i Morgendæmringen set Nordlys, som lidt efter lidt blev til Skyer. Dette stemmer med, at Luftens Ionisering fremmer Fortætning af Vanddampe og dermed Dannelsen af Taage og Skyer.

Adam Paulsens Teori betegner et Vendepunkt. Alle senere Nordlysteorier støtter sig ligesom denne til de nyeste Iagttagelser paa Elektricitetens Omraade, særlig angaaende Katodestraalerne.

---

*) Overs. o. D. K. D. Vidensk. Selsk. Forhdl. 1894 og 1895. — Nyt Tidsskr. for Fysik og Kemi 1, 161, 1896. — Naturen og Mennesket 16, 298, 1896.

Digitized by Google

Dir. *Paulsen* har*) nylig givet en Kritik af de nyeste Teorier, som skyldes *Birkeland*, *Arrhenius* og *Nordmann*, hvorefter han fremstiller sin egen Teori i dens nuværende ændrede Skikkelse.

Birkeland har egentlig fremsat to Teorier. Den første gaar ud paa, at Nordlyset skyldes Absorption af Katodestraaler, som udsendes af Solen, og, idet de nærmer sig Jorden, tiltrækkes af dennes magnetiske Poler, saaledes at de mere og mere kommer til at gaa i Kraftliniernes Retning. At Katodestraaler tiltrækkes af en Magnets Poler, stemmer med *Hittorfs* Undersøgelser saavel som med *Birkelands* egne Forsøg.

Imod denne Teori gør *Adam Paulsen* den Indvending, at hvis Nordlyset skyldes Katodestraaler, som er direkte udsendte af Solen, da maa Straalerne, idet de gaar ind i Atmosfæren, paa en stor Strækning være parallele og danne de samme Vinkler med de magnetiske Kraftlinier; men saa maatte ogsaa de Nordlysfænomener, som viser sig samtidig over samme Horizont, antage de samme Former og kun være forskellige i Intensitet. Det har imidlertid vist sig, at de store Nordlys ofte begynder i Form af Straaler eller Baand og ender som et diffust Skær, og hvis der i Løbet af samme Nat viser sig et nyt stort Nordlys, begynder og forsvinder det paa samme Maade. Dette tyder paa Opsamling af Energi, der findes i de øvre Luftlag og lidt efter lidt udlader sig. Desuden maatte Jordens Rotation fremkalde en Bevægelse af Nordlysfænomener imod Vest, men den findes ikke.

Ifølge *Birkelands* anden Teori skyldes Nordlyset ogsaa Katodestraaler, som udstrømmer fra Solen og trænger ind i Atmosfæren. Disse Straaler menes dog ikke umiddelbart at fremkalde Nordlyset, men derimod elektriske Strømme i Atmosfærens øvre Lag, som derefter udsender *sekundære* Katodestraaler, hvis Absorption frembringer Nordlys. *Birkeland* støtter sig til følgende Forsøg. I et Geisslerrør anbragte han en kuglerund Elektromagnet omgivet af et tyndt Messinghylster, som var beklædt med Baryumplatincyanur. Naar Elektromagneten ikke er i Virksomhed, giver Katodestraalerne en ensartet Fosforescens paa den Halvkugle, der vender imod Katoden. Saasnart Elektromagneten virker, fjerner Katodestraalerne sig fra Kuglens Overflade undtagen i Nærheden

*) Overs. o. D. K. D. Vidensk. Selsk. Forhdl. 1906, S. 109.

Digitized by Google

af de magnetiske Poler, hvor der danner sig et Straaleknippe, som er rettet ind imod Kuglen, samt et smalt fosforescerende Baand, som minder om det saakaldte Nordlysbælte. Desuden viser der sig undertiden indtil 3 lysende Ringe i Nærheden af den lille „Klode" samt Fosforescens lige under disse. *Birkeland* mener, at dette Lysfænomen skyldes Katodestraaler, som udsendes af Luftdele, der hører til den lysende Ring udenfor Kuglen. Det Resultat, som han drager af sine Forsøg, kan kort udtrykkes saaledes: retter man Katodestraaler imod en Magnet, der befinder sig i fortyndet Luft, vil der i Nærheden af dens Poler frembringes elektriske Strømme, og fra de Luftdele, der bærer disse, vil der under Indflydelse af det magnetiske Felt udsendes sekundære Katodestraaler.

Der er unægtelig en vis Lighed mellem de Fænomener, som *Birkeland* har fremstillet, og Nordlys; desuden har han paavist, at der i de høje Luftlag findes elektriske Strømme i stor Udstrækning, navnlig i Polaregnene.

Men, bemærker *Adam Paulsen*, dersom disse elektriske Strømme skyldes Katodestraaler, som er udsendte af Solen, saa er det underligt, at disse Straaler, som dog trænger et Stykke ned i Atmosfæren, ikke selv frembringer nogen Luminescens. I sin anden Teori omtaler *Birkeland* ikke en saadan Virkning, medens ifølge hans første Teori disse Straaler skulde være den direkte Aarsag til Nordlysfænomenerne.

Angaaende de straaleløse Nordlys mener *Birkeland*, at de frembringes af stærke elektriske Strømme, som findes højt oppe i Atmosfæren, men hvorfor paavirkes Magnetnaalen ikke af disse Strømme? Man antager ellers, at de daglige smaa Forandringer i Jordmagnetismen skyldes elektriske Strømme i de høje, ledende Luftlag. I Modsætning til *Birkeland* mener *Adam Paulsen*, at de straaleløse Nordlys har deres Udspring i Punkter, der ligger saa højt oppe, at Luften dèr ikke er ledende, undertiden udenfor Atmosfærens normale Grænser. Herom senere.

I Aaret 1900 opstillede *Arrhenius* en Nordlysteori*), hvis Hovedindhold er følgende. Ifølge *Maxwells* elektromagnetiske Lysteori maa en Lysstraale udøve et Tryk i sin egen Retning, hvilket nu for Resten er godtgjort ved Forsøg. I Nærheden af Solen

*) Smlgn. dette Tidsskr. 4. Aarg. S. 1—9.

Digitized by Google

hersker derfor et vældigt „Lystryk", som slynger en Sværm af Smaadele ud i Rummet; disse antages at føre negativ Elektricitet med sig samt at have en Størrelse mellem 0,1 μ og 1,5 μ. Idet Jorden nu modtager en Regn af dette Solstøv, bliver Atmosfærens øverste Lag ladede med negativ Elektricitet og bliver derved i Stand til at udsende Katodestraaler. Da disse stræber at følge Kraftliniernes Retning, vil de i Troperne næsten gaa parallelt med Jordens Overflade, medens de i Nærheden af de magnetiske Poler gaar omtrent lodret. Ved Katodestraalernes Absorption i Atmosfæren fremkommer saa Nordlyset. Den største Del af denne Udladning finder Sted om Dagen og bliver altsaa usynlig, men de elektriske Smaadele kan af Vinden føres langt omkring, hvorved forklares, at Nordlys kan vise sig paa forskellige Tider og Steder. Til denne Teori gør *Adam Paulsen* følgende Bemærkninger. Det synes vanskeligt paa denne Maade at forklare Hyppigheden af Nordlys i de Egne, hvor Polarnatten varer flere Maaneder. Ifølge *Arrhenius'* Teori skulde man vente Minimum af Nordlys ved Midvinter, men Maalinger foretagne paa Spitzbergen, Jan Mayen, Jakobshavn og Godthaab viser Maksimum paa denne Tid. I sydligere Egne falder Maksimum ved Jævndøgnstide; for Jorden som Helhed mener baade *Adam Paulsen* og *Arrhenius*, at Maksimum maa falde ved Jævndøgn. Den Omstændighed, at nogle Nordlys paavirker Magnetnaalen, andre ikke, synes ogsaa at stride imod *Arrhenius'* Teori. Endvidere har det vist sig, at naar man befinder sig lige norden eller sønden for Nordlysbæltet, plejer Nordlyset at dukke frem henholdsvis i Syd eller Nord, hvorefter det nærmer sig Zenit for at forsvinde i modsat Retning. I Midten af Bæltet er Bevægelsen lige hyppig i begge Retninger. Efter *Arrhenius* skulde man vente, at Bevægelsen stadig gik fra Syd imod Nord.

Endelig har *Nordmann* opstillet en Teori, som gaar ud paa, at Solen udsender elektriske (Hertz'ske) Bølger, som ved at trænge ind i vor Atmosfære fremkalder Katodestraaler og Luminescens, hvoraf Nordlyset. Ganske vist har de Forsøg, der er gjorte for at finde Hertz'ske Bølger i Sollyset, givet et negativt Resultat, men Grunden hertil kan, som *Nordmann* bemærker, være den, at de indsuges i Atmosfærens øvre Lag. Dog støder Teorien paa andre Vanskeligheder, som jeg her skal forbigaa.

Digitized by Google

Adam Paulsens Teori i dens nuværende Form lyder i Korthed saaledes. Solen udsender Katodestraaler, hvoraf en Del rammer Jorden, idet de, inden de naar Atmosfæren, er tvungne ind i de magnetiske Kraftliniers Retning. Derved fremkaldes *en vældig Ionisering og negativ Elektrisering af de øverste Luftlag over Nordlysbæltet;* denne Paavirkning fornyes hver Dag begyndende ved Atmosfærens Grænse. Elektriseringen foraarsager en stærk Udvidelse af disse Luftlag, saa at de kan hæve sig langt over den normale Grænse.

I denne Blanding af negative Ioner og Luftmolekyler, som kaldes *Nordlysstoffet*, maa den elektriske Kraft i hvert Punkt stadig være underkastet Forandringer i Størrelse og Retning. Partiklerne er i livlig Bevægelse, og der sker idelige Sammenstød mellem Ionerne indbyrdes samt mellem Ionerne og Molekylerne. Derved fremkommer Luminescens, der viser sig som straaleløse Nordlys. Disse optræder netop i de store Højder, og det er forstaaeligt, at de ikke paavirker Magnetnaalen.

Fra Nordlysstoffets høje Regioner sendes en Strøm af negative Ioner, det vil sige Katodestraaler, dels ud i Himmelrummet, dels ned imod Jorden. De sidste følger Kraftliniernes Retning, gør Luften ledende og *fører Nordlysstof med sig.* Ved dettes Luminescens fremkommer de straaleformede Nordlys, og ikke ved Absorption af Katodestraalerne. Dersom Nordlyset opstod ved at Katodestraalerne indsugedes af Atmosfæren, vilde det være umuligt at forklare Fremkomsten af Nordlysfænomener i Atmosfærens højeste Lag, hvor Luften er saa tynd. Idet Nordlysstoffet kommer ned i tættere Luftlag, bliver det mere koncentreret og derfor stærkere lysende. Samtidig sættes de lavere Luftlag i ledende Forbindelse med store elektriske Mængder i de højere Lag, de luftelektriske Strømmes Styrke og Retning forandrer sig, og man kan forstaa, at de straaleformede Nordlys er i Stand til at paavirke Magnetnaalen.

At Nordlysstoffets negative Ioner begunstiger Dannelsen af Skyer, stemmer med tidligere Iagttagelser. At Jorden samtidig forsynes med negativ Elektricitet, kan man ogsaa tænke sig. Tilsynekomsten af Nordlys paa lavere Breddegrader kan forklares ved, at en Del af Nordlysstoffet føres med af de Vinde, der hersker i de øvre Luftlag.

Digitized by Google

Adam Paulsens Nordlysekspedition 1899—1900 har godtgjort, at Nordlysets Spektrum foruden den bekendte Ångströmske Linie (557 $\mu\mu$) indeholder en Mængde andre Linier, som falder sammen med Kvælstoffets Katodelysspektrum. Det er nylig bleven paavist, at Luft, der omgiver Radium, giver de samme Linier.

Af det foregaaende ses, at der er en Del Lighed mellem de nyere Nordlysteorier, idet de alle antager, at den Energi, der fremkalder Nordlyset, stammer fra Solen, ligesom de alle indfører Katodestraalerne som medvirkende Aarsag. Det ejendommeligste ved *Adam Paulsens* nye Teori er, at den indfører Begrebet Nordlysstof. Dette har man ikke haft Brug for tidligere, men det synes, at man derved kan faa den fyldigste Forklaring af Nordlysets mangfoldige Egenskaber.

En enkelt Side af Sagen synes mig ikke at være tilstrækkelig undersøgt, nemlig Nordlysets daglige og aarlige Perioder, Maksima og Minima. Man har ganske naturligt holdt sig til de Nordlys, som man kan se, det vil sige de, der viser sig om Natten eller i Vintermørket, men det er jo sandsynligt, at Dagslyset skjuler en Mængde Nordlys, som burde medtages og som maaske kunde paavises ad spektroskopisk Vej eller gennem magnetiske Forstyrrelser. Den Tanke ligger nær, at der i de nordlige Egne altid findes Nordlysskær paa Himlen; dette er maaske Aarsagen til, at den nordiske Vinternat ikke er saa mørk, som man skulde vente. Jo lavere Temperaturen er, desto stærkere er, ifølge *Starks* Forsøg, den elektriske Luminescens i Luftarter.

Sneens Radioaktivitet kan muligvis ogsaa medvirke.

Digitized by Google

Oscillografen og dens Anvendelse*).

Af

Absalon Larsen.

Naar Elektriciteten uafbrudt bevæger sig regelmæssigt til samme Side gennem en Ledning, har man med en Jævnstrøm at gøre. Hvis man indskyder et Amperemeter i Ledningen og paa dette aflæser Strømmens Styrke og Retning, har man dermed en entydig Bestemmelse af vedkommende Jævnstrøm. En Jævnstrøm paa 5 Ampere f. Eks., der gaar gennem en Ledning fra venstre til højre er altid et og det samme.

Naar Elektriciteten derimod snart bevæger sig til den ene Side og snart til den anden Side i en Ledning, saaledes at Strømmen regelmæssigt vokser og aftager, skifter Retning, vokser og aftager o. s. fr., har man med en Vekselstrøm at gøre. Man har ogsaa Amperemetre, som kan indskydes i en Vekselstrømledning, og hvorpaa man kan aflæse, at „Strømstyrken" er saa og saa mange Ampere**), men denne Aflæsning er ikke længere at forstaa paa samme Maade som Aflæsningen af Strømstyrken i en Jævnstrømledning, og den giver os ikke en entydig Bestemmelse af Vekselstrømmen. For det første er det af Betydning at vide, hvor mange Gange Strømmen skifter Retning pr. Sekund; men selv om man tillige véd det, saa vil en Vekselstrøm paa f. Eks. 5 Ampere som Regel ikke være et og det samme i to Tilfælde.

Det kommer her tillige an paa, paa hvilken Maade Strømstyrken varierer i Tidens Løb.

Man plejer at gøre sig Rede herfor ved en grafisk Fremstilling, idet man paa et Stykke Papir indtegner et Koordinatsystem med en lodret Maalestok i Ampere og en vandret Maalestok i en

*) Foredrag i Selskabet for Naturlærens Udbredelse.

**) Den aflæste Værdi er den effektive Strømstyrke $I_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2\, dt}$,

hvor i er den øjeblikkelige Strømstyrke til Tiden t, og T er Tiden for en hel Periode.

Digitized by Google

passende lille Tidsenhed f. Eks. Tusindedelssekunder og dernæst afsættes en Række Punkter, hvis Beliggenhed maalt i Ampere og Tusindedelssekunder giver Strømmens Størrelse og Retning til de forskellige Tidspunkter. En krum Linje lagt gennem samtlige disse Punkter er en Vekselstrømkurve, og først den Kurve, som angiver Strømmens Størrelse og Retning i ethvert Øjeblik, giver en entydig Bestemmelse af den vedkommende Vekselstrøm.

Nøjagtig det samme, der er sagt om Strømstyrken i en Vekselstrømkreds, kan Ord til andet gentages om Spændingsforskellen mellem to Punkter, eller, som man kort udtrykker sig, Spændingen, idet man sætter Volt for Ampere, Voltmeter for Amperemeter. En Vekselstrømmaskines Spænding er saaledes ogsaa først entydig defineret, naar Spændingskurven foreligger.

I en Vekselstrømkreds kommer det tillige an paa den indbyrdes Beliggenhed af Strømkurven og Spændingskurven; heraf afhænger nemlig, hvor stor en Energimængde, der i hver Tidsenhed udvikles eller forbruges i Strømkredsen, den saakaldte Effekt. Hvis Strømkurven og Spændingskurven samtidig gaar gennem Nul, siger man, at Strøm og Spænding har samme Fase; hvis derimod Strømkurven, som i Fig. 6, er forrykket et Stykke til højre for Spændingskurven, saaledes at dens Nulpunkt falder lidt senere end Spændingskurvens Nulpunkt, siger man, at Strømmen er bagefter Spændingen i Fase.

Medens man i Praksis til daglig nøjes med at aflæse Strømstyrken, Spændingen og Effekten henholdsvis paa et Vekselstrømamperemeter, et Vekselstrømvoltmeter og et Wattmeter uden at bekymre sig om Kurveformen, gives der mange Tilfælde, baade i Praksis og ved teknisk videnskabelige Undersøgelser, hvor det vilde være meget ønskeligt tillige at vide nøje Besked med Strømmens og Spændingens Karakter, som den er givet ved Kurveformen.

Oscillografen er et Instrument, som automatisk lader et Lyspunkt optegne saadanne Strøm- eller Spændingskurver, enten fotografisk eller direkte synligt ved Projektion.

Et Instrument, som skal udføre dette, maa i Hovedsagen bestaa af to Organer, et, der meddeler Lysbundtet en op- og nedadgaaende Bevægelse i Takt med Vekselstrømmen og et, der giver en jævnt fremadskridende Bevægelse, foruden forskellige Hjælpeorganer, saasom Lysgiver, Linser og Spejle.

Digitized by Google

Saavidt vides, er den første til teknisk Brug anvendelige Oscillograf angivet af *Blondel* i 1891. Senere har *Duddell* konstrueret en Oscillograf, der er meget anvendt. Den Oscillograf, som jeg skal fremføre for Dem her, er fabrikeret af *Siemens og Halske.*

Det Organ, som giver Lysbundtet en med Vekselstrømmen proportionel Bevægelse, er et aperiodisk Spejlgalvanometer med meget kort Egensvingningstid. Det bestaar i Hovedsagen af to stærkt strammede Broncebaand, Maaleløjfen, som er udspændt i et kraftigt magnetisk Felt mellem en Elektromagnets tilspidsede Polsko. (Fig. 1). Til Maaleløjfen er fæstet et ganske lille Spejl.

Elektromagneten magnetiseres fra en særlig Jævnstrømkilde.

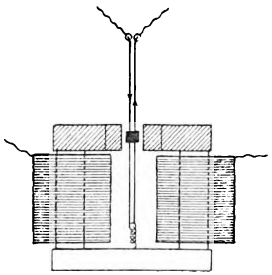


Fig. 1.

Sendes en Strøm gennem Maaleløjfen, vil Baandene bevæge sig et lille Stykke paa tværs af Kraftlinjerne, det ene f. Eks. fremad, det andet tilbage eller omvendt, da de gennemløbes af den samme Strøm i modsatte Retninger. Spejlet vil derfor dreje sig en lille Vinkel. Er det Vekselstrøm, man sender gennem Sløjfen, vil Spejlets Udslag til enhver Tid praktisk talt være proportionalt med Strømmens øjeblikkelige Værdi, forsaavidt Vekselstrømmens Periodetal er lille i Forhold til Sløjfens naturlige Svingningstal, og hvis dennes Bevægelse er tilstrækkelig dæmpet.

Ved Stærkstrøm anvender man i Reglen ikke over 50 hele Perioder pr. Sekund. Maaleløjfens naturlige Svingningstal kan bringes op til ca. 6000 hele Svingninger pr. Sekund. De under Svingningen opstaaede Hvirvelstrømme gør Bevægelsen aperiodisk.

I Maaleløjfen til fotografiske Optagelser er Spejlet ca. $^1/_5$ mm i Kvadrat. I den Maaleløjfe, som anvendes til Projektion, er Spejlet noget større og det naturlige Svingningstal noget mindre end ovenfor nævnt.

Som Lyskilde benyttes en Buelampe til ca. 10 Amp.*) Lyset fra Lampen samles af en Linse *B.* Efter Tilbagekastning fra

*) Samtlige til Oscillografen hørende Dele er monterede paa en fælles firkantet Grundflade (Fig. 2 a).

Digitized by Google

Spejlet *D* falder det paa Oscillografspejlet *E*. Afstanden afpasses saaledes, at der paa Spejlet *E* dannes et Billede af Krateret.

Linsen *B* er dog for Størstedelen dækket af en Blænder, saa at Lyset kun kan passere ad en snæver lodret Spalte *C*.

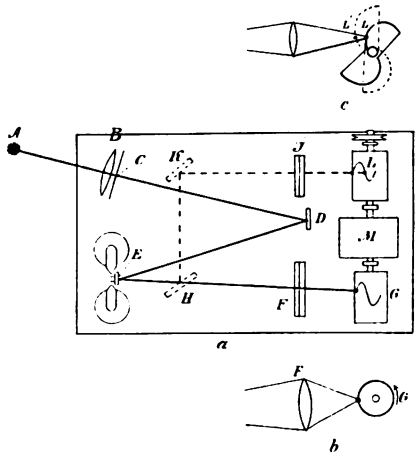


Fig. 2.

Fra Oscillografspejlet kastes Lyset hen paa en Cylinderlinse *F*. Lyset, som her er spredt ud lil en smal lodret Stribe, samles af *F* til en lille kvadratisk Plet paa Trommelen *G*, paa hvis Overflade det fotografiske Papir er spændt ud (Fig. 2 b).

Naar en Vekselstrøm sendes gennem Maalesløjfen, vil dette Lyspunkt svinge i Takt med Vekselstrømmen, saa at det for Øjet at se tværes ud til en Streg i Trommelens Længderetning; men hvis Trommelen samtidig roterer med konstant Omløbstal, vil Lyspunktet paa Trommelens Overflade beskrive den ønskede Vekselstrømkurve.

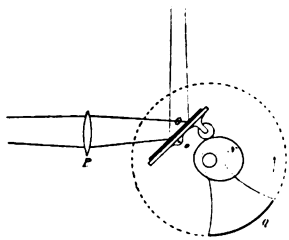


Fig. 3.

Apparatet er indrettet til Momentoptagelser med en automatisk Lukker, som kun giver Lyset Passage under een Omdrejning af Trommelen. Hvis denne Lukker benyttes, er det uden Betydning, med hvilket Omdrejningstal Trommelen roterer. Hvis man derimod ønsker, at Lyspunktet adskillige Gange skal beskrive den samme

Digitized by Google

Kurve paa Papiret, maa Trommelen rotere synkront med den vedkommende Vekselstrøm. Trommelen er i den Hensigt direkte koblet til en lille 4-polet synkron Motor, saa at Trommelen gør een Omdrejning i Løbet af to Perioder.

Ved fotografiske Optagelser er det som oftest af Vigtighed før Optagelsen at se Kurven projiceret, for at man uden at være nødt til at prøve sig frem med en Række foreløbige Optagelser kan stille ind paa det, man ønsker at faa frem paa Fotografiet.

I den Hensigt er der paa samme Akse som den fotografiske Trommel anbragt en Indretning, paa hvilken Kurven kommer synlig frem, naar man ved at rejse Spejlet H, der ved Fotografering skal lægges ned, lader Lysbundtet efter Reflektion fra Spejlene H og K samles af Cylinderlinjen I paa det roterende Legeme L.

Et Snit gennem L vinkelret paa Omdrejningsaksen er vist paa Fig. 2 c. De krumme Flader er mat hvide, de plane sorte. Formen er en saadan, at det belyste Punkt L bevæger sig med konstant Hastighed i Retningen LL', naar L roterer med konstant Vinkelhastighed. Med een Omdrejning i to Perioder, vil den af L beskrevne Kurve staa stille.

Til Projektion paa en Skærm for et større Publikum slaas Spejlet H ned som ved fotografiske Optagelser, men den fotografiske Trommel fjernes, og paa dens Plads paa Aksen anbringes en Eksentrik N (Fig. 3) og ved Siden af denne et Spejl O, som kan vugge om en vandret Akse o. Spejlets ene Kant holdes af en Fjeder ind imod Ekscentrikken, som det ligger an imod med en lille Rulle. Ekscentrikken har en saadan Form, at Spejlet, naar Aksen roterer jevnt, under $^1/_2$ Omdrejning af Ekscentrikken drejer sig et Stykke med konstant Vinkelhastighed, hvorved det fra Spejlet O tilbagekastede Lysbundt faar meddelt en jevn Bevægelse svarende til Kurvens Abscisse. Under den derpaa følgende halve Omdrejning vender Spejlet tilbage til sin første Stilling, men under denne Del af Spejlets Bevægelse blændes Lyset af med en roterende Blænder Q.

Ved Projektionen maa Cylinderlinsen F ombyttes med en anden P af større Brændvidde, saa at Billedet dannes paa Projektionsskærmen. Med den i Fig. 3 viste Anordning vilde man faa Vekselstrømkurven projiceret paa Loftet. For at faa Billedet frem

Digitized by Google

paa en lodret Skærm maa Lysbundtet endnu passere et faststaaende Spejl.

Jeg skal straks paa dette Tidspunkt foreløbig vise Dem Oscillografen i Funktion. Buelampen tændes. Lyspletten indstilles paa Skærmen. Elektromagneten magnetiseres. Maalesløjfen forbindes derpaa gennem en Modstand paa et Par Tusinde Ohm med Klemmerne af en Vekselstrømmaskine paa 110 Volt. Den gennemløbes da af en Strøm, som i ethvert Øjeblik er proportionel med Maskinspændingen. De ser, at Lyspletten som Følge deraf svinger op og ned paa Skærmen saa hurtig, at den for Øjet synes tværet ud til en lodret Streg. Jeg lader derefter Spejlet *O* vibrere ganske langsomt. Følgen deraf er, at den før lodrette Streg trækkes ud i vandret Retning til en Række Kurver. Nu sættes den roterende Akses Rotationshastighed op. Ved en bestemt Rotationshastighed,

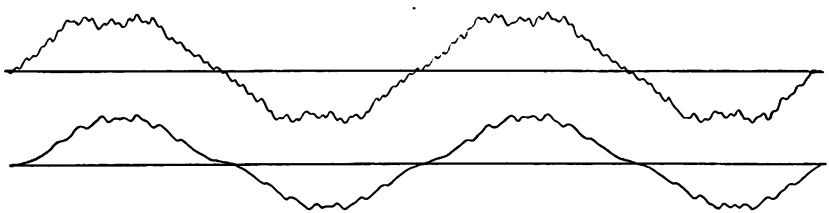


Fig. 4.

svarende til een Omdrejning i to Perioder, synes den af Lyspunktet beskrevne Spændingskurve at staa stille. Hidtil er Aksen trukket af en lille Jævnstrømmotor. Efter at den er indstillet paa synkron Gang, sættes Vekselstrøm fra den undersøgte Maskine paa Oscillografens synkrone Motor, som derefter holder Spejlet i synkron Gang, medens Jævnstrømmotoren dog vedbliver at trække med.

Den Kurve, som De her ser projiceret (Fig. 4)*) fremstiller Spændingen af en Vekselstrømgenerator, som er opstillet i Laboratoriet. Man ser, at Spændingen har et ret uregelmæssigt Forløb, hvilket væsentligt hidrører fra Ankerledningens Fordeling i Noter og af Polskoenes Form.

Ved at skifte Forbindelserne om, skal jeg vise Dem Spændingskurven fra en anden Generator, som ligeledes er opstillet i

*) Paa Fig. 4 er der to Optagelser af samme Maskines Spændingskurve med forskellig Forbindelse af Maskinens Ankerbevikling.

Digitized by Google

Laboratoriet. Spændingskurven Fig. 6). Denne Spændingskurve har en væsentlig anden Karakter. Og saaledes vil som Regel enhver Maskine have sin særlige Spændingskurve, som tilmed forandrer sig, naar Maskinen belastes.

Hidtil er kun omtalt een Maalesløjfe. I Virkeligheden har Apparatet to, saa at man samtidig kan optage to Kurver.

Vil man optage en Strømkurve og en Spændingskurve samtidig, er det elektriske Forbindelsesskema som vist paa Fig. 5.

Maalesløjfe *I* vil da give Strømkurven, Maalesløjfe *II* Spændingskurven.

Oscillografen har allerede været et overmaade nyttigt Redskab ved adskillige teknisk videnskabelige Undersøgelser. Jeg skal nævne en Række Undersøgelser under den daglige Drift af Vekselstrømanlægget i Newcastle on Tyne af *W. M. Thornton* (Electrician 14.

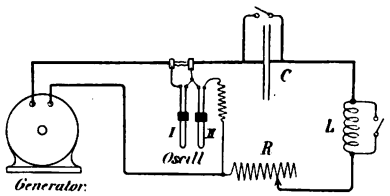


Fig. 5.

April 1905), endvidere Bestemmelse af Kortslutningsstrømmens Forløb i Smeltesikringer ved Jævnstrøm af Ingeniør *Oelschläger* (E. T. Z. 1904, pag. 762), Undersøgelse over Kommutationen i Jævnstrøm- og Vekselstrømkommutatormaskiner af *Arnold* og *la Cour* (Samlung elektrotechnischer Vorträge Bd. IX), Undersøgelse over pludselig Kortslutning af Drejestrømsgeneratorer af *Punga* (E. T. Z. 1906, pag. 827).

Ved Projektion kan man naturligvis kun fremstille periodiske Fænomener, og hvad jeg kan demonstrere her med Oscillografen, er begrænset af dette Hensyn.

Jeg har valgt at demonstrere en Række Fænomener, som viser Virkningen af Selvinduktion og Kapacitet i en Strømkreds.

Det første Forsøg gaar ud paa med Oscillografens ene Maalesløjfe at vise en Generators Klemspænding og samtidig med den anden Maalesløjfe at vise Strømmen i en Strømkreds bestaaende

Digitized by Google

af en Regulermodstand, en Selvinduktionsspole og en Kondensator. Strømskemaet ses af Fig. 5.

Spole og Kondensator kan hver for sig kortsluttes. Vi begynder med at kortslutte Kondensatoren og har da

1) *en Strømkreds med Modstand og Selvinduktion.* (Demonstration. Fig. 6). De ser, at Spændingskurven er meget langt fra at være sinusformig. Strømkurven derimod er langt nærmere ved simpel Sinusform; endvidere er den, som den bør være, i Fase bagefter Spændingen.

Enhver Spændings- eller Strømkurve kan betragtes som en Sum af simple Sinuskurver, nemlig den 1ste harmoniske med Maskinens Periodetal, den 3dje harmoniske med det tredobbelte Periodetal, den 5te harmoniske med det femdobbelte Periodetal osv., og Regningen viser, at man i enhver Henseende kan betragte enhver af disse harmoniske som virkende uafhængig af alle



Fig. 6.

de øvrige. Er de harmoniske Spændinger $E_1 E_3 E_5$ osv. med Periodetallene

$$n \quad 3n \quad 5n \text{ osv.},$$

vil man i Strømkredsen faa en dertil svarende Række harmoniske Strømme I_1, I_3, I_5 osv.

Hver enkelt af disse Strømme beregnes af den tilsvarende Spænding og det tilsvarende Periodetal paa den for en simpel Sinusspænding gældende Regel. Sættes $2\pi n = \omega$ og er Selvinduktionen L Henry, faar man:

$$I_1 = \frac{E_1}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}}; \; I_3 = \frac{E_3}{\sqrt{R^2 + (L \,.\, 3\omega)^2}}$$

$$I_5 = \frac{E_5}{\sqrt{R^2 + (L \,.\, 5\omega)^2}} \text{ osv.},$$

eller hvis R er forsvindende lille:

$$I_1 = \frac{E_1}{L\omega} \quad I_3 = \frac{E_3}{L3\omega} \quad I_5 = \frac{E_5}{L5\omega} \text{ osv.},$$

Digitized by Google

hvoraf ses, at de højere harmoniske i det foreliggende Tilfælde bliver forholdsvis *mindre* fremtrædende i Strømkurven end i Spændingskurven.

Vi vil dernæst indføre Kondensatoren i Kredsen og derimod kortslutte Induktionspolen. Vi faar da:

2) *en Strømkreds med Modstand og Kapacitet.* (Demonstration, Fig. 7). Strømkurven er denne Gang i Fase foran Spændingskurven; og i Modsætning til før er den nu mere deformeret end Spændingskurven. At dette maa være Tilfældet, indses som før ved at betragte Spændingen som bestaaende af en Række harmoniske Spændinger af 1ste, 3dje, 5te osv. Orden. Idet Kondensatorens Kapacitet i Farad betegnes med C og med Bibeholdelse af de øvrige Betegnelser fra før, faar man i dette Tilfælde

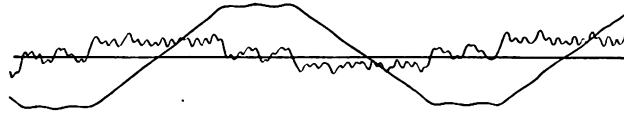


Fig. 7.

$$I_1 = \frac{E_1}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2}} \quad I_3 = \frac{E_3}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C \cdot 3\omega}\right)^2}}$$

$$I_5 = \frac{E_5}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C \cdot 5\omega}\right)^2}} \text{ osv.},$$

eller hvis R er forholdsvis lille;

$$I_1 = E_1 C\omega \quad I_3 = E_3\, C \cdot 3\omega \quad I_5 = E_5\, C \cdot 5\omega \text{ osv.},$$

hvoraf ses, at de højere harmoniske i det foreliggende Tilfælde bliver *mere* fremtrædende i Strømkurven end i Spændingskurven.

Vi vil dernæst atter indføre Induktionspolen i Strømkredsen, saa at vi nu faar.

3) *en Strømkreds med Modstand, Selvinduktion og Kapacitet.* Ved Valg af passende Størrelser af Kapacitet og Selvinduktion kan man da praktisk talt faa enhver af de harmoniske Strømme frem for sig alene. (Demonstration).

De Oversvingninger, som er særlig fremtrædende ved den benyttede Generator, er den 5te og den 11te. Ved en vis Indstil-

Digitized by Google

ling af Kondensatoren ser De, at den 5te harmoniske kommer frem (Fig. 8). Naar Kapaciteten forandres, forsvinder Strømmen næsten fuldstændig; men ved en ny Indstilling kommer den 11te harmoniske frem (Fig. 9).

Med samme Betegnelse som ovenfor har man i dette Tilfælde

$$I_1 = \frac{E_1}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}} \quad I_3 = \frac{E_3}{\sqrt{R^2 + \left(L3\omega - \frac{1}{C3\omega}\right)^2}}$$

$$I_5 = \frac{E_5}{\sqrt{R^2 + \left(L5\omega - \frac{1}{C5\omega}\right)^2}} \text{ osv.}$$

Det demonstrerede Fænomen kommer frem, naar Størrelsen i Parentes i Nævneren bliver Nul eller meget nær ved Nul. Man

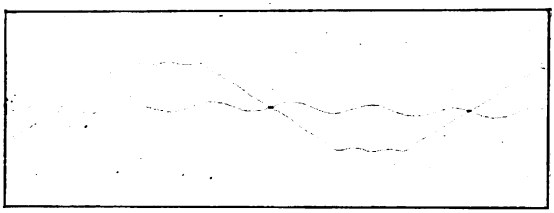


Fig. 8.

siger da, at der indtræder Resonnans, og Strømmen i Kredsen bliver da den samme, som om der kun var ohmsk Modstand tilstede.

Der vil indtræde Resonnans for den 1ste, 3dje, 5te osv. harmoniske, naar

$$L\omega = \frac{1}{C\omega} \quad L3\omega = \frac{1}{C3\omega} \quad L5\omega = \frac{1}{C5\omega} \text{ osv.}$$

eller naar

$$LC = \frac{1}{\omega^2} \quad LC = \frac{1}{9\omega^2} \quad LC = \frac{1}{25\omega^2} \text{ osv.}$$

For den benyttede Generator er tilnærmelsesvis $n = 50$, hvoraf $\omega = 2\pi n = 314$. For at faa Resonnans med den 5te harmoniske skal man da have $LC = \frac{1}{25 \cdot 314^2} = 0{,}404 \cdot 10^{-6}$. L

Digitized by Google

er en uforanderlig Spole paa ca. 0,37 Henry, følgelig skal C være lig $\frac{0{,}404}{0{,}37} \cdot 10^{-6} = 1{,}09 \cdot 10^{-6}$ Farad. For den 11te harmoniske faar man $LC = \frac{1}{121 \cdot 314^2} = 0{,}0833 \cdot 10^{-6}$; $C = 0{,}225 \cdot 10^{-6}$ Farad.

Medens saaledes ved Resonnans Induktionspolen og Kondensatoren ophæver hinandens Virkning forsaavidt, som Strømmen bliver bestemt ved den ohmske Modstand alene, er de dog ingenlunde uvirksomme hver for sig. Tværtimod optager og afgiver de betydelige Energimængder, der pulserer frem og tilbage mellem Kondensatoren og Induktionspolen.

Ved Indtrædelse af Resonnans kan derved Kondensatorens og Induktionsrullens Klemspændinger hver for sig stige langt over

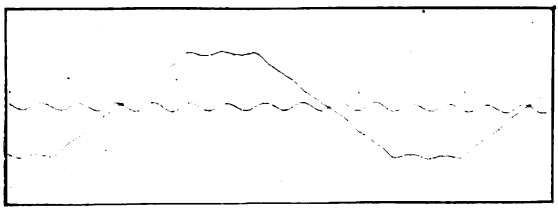


Fig. 9.

Maskinens Klemspænding, hvis den ohmske Modstand er tilstrækkelig lille; men de to Spændinger er til enhver Tid modsat rettede.

Jeg skal vise Dem dette ved et særligt Forsøg uden Anvendelse af Oscillografen. Vi forbinder en Kondensator paa 20 Mikrofarad, nogle Induktionsruller paa tilsammen ca. 0,5 Henry og en Regulermodstand i Serie med Vekselstrømgeneratoren. Der vil da tilnærmelsesvis være Resonnans for den 1ste harmoniske. Reguleres Modstanden ned til 55 Ohm, vil Strømstyrken med en Maskinspænding af 110 Volt stige til ca. 2 Amp. Kondensatorens Spænding kan bestemmes af $I = E \cdot C\omega$, hvor $I = 2$, $C = 20 \cdot 10^{-6}$, $\omega = 314$ og findes at være ca. 319 Volt, medens Klemspændingen kun er ca. 110 Volt, altsaa er Kondensatorspændingen omtrent det tredobbelte af Maskinspændingen.

Parallelt med Kondensatoren er der lagt et Voltmeter med Skala indtil 250 Volt. De vil se, at det slaar helt udenfor Skalaen.

Digitized by Google

I Praksis har lignende Resonnansfænomener ofte foraarsaget betydelig Skade paa Kabelnet ved Sammenspil mellem Kablernes Kapacitet og Selvinduktionen i Generatorer og Transformatorer.

Ved Gennemslagsprøver af Kabler skal man være forsigtig med at bestemme Højspændingen ved Hjælp af Transformatorens Omsætningsforhold, da Resonnans mulig kan bevirke, at den paa Kablet virkende Spænding er flere Gange større end den saaledes beregnede Værdi.

Medens Resonnansen for Stærkstrømteknikken vel nok kan siges kun at være til Ulempe, er der som bekendt et andet Omraade af Elektrotekniken, hvor den spiller den aller største Rolle, nemlig den traadløse Telegrafi.

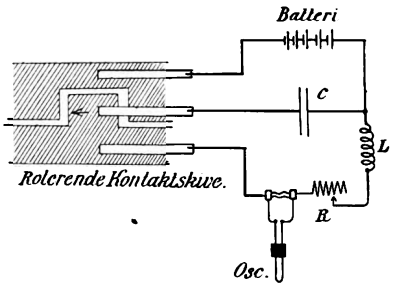


Fig. 10.

Med Oscillografen kan forskellige af de derhen hørende Forhold demonstreres. Vi skal her indskrænke os til et enkelt Tilfælde, nemlig:

4) *frie Svingninger ved en Kondensators Udladning gennem en Induktionsrulle.*

For at faa dette Fænomen frem er der paa en Motors Akse anbragt en Kontaktskive, som under Motorens Gang afvekslende forbinder en Kondensators Belægninger enten med et Batteri, hvorved Kondensatoren lades, eller med en Strømkreds med en Induktionsspole og nogen Modstand, hvorved Kondensatoren udlades. I denne sidste Strømkreds er Oscillografens ene Maalesløjfe indført Fig. 10. Naar man nu sørger for, at Oscillografens Motor løber synkront med Kontaktskiven, vil Udladningsstrømkurven hver Gang falde paa samme Sted af Projektionsskærmen og saaledes synes at staa stille (Fig. 11).

Digitized by Google

Kondensatoren er paa 2 Mikrofarad, Selvinduktionen 0,37 Henry. Det naturlige Periodetal for den oscillatoriske Udladning bliver derfor bestemt af $LC = \frac{1}{(2\pi n)^2}$, ved at indføre $L = 0{,}37$ og $C = 2 \cdot 10^{-6}$ og findes at være ca. 185 Perioder pr. Sekund. Betingelsen for, at Udladningen skal blive oscillatorisk er, at $R < \sqrt{\frac{4L}{C}}$. I dette Tilfælde altsaa $R < \sqrt{\frac{4 \quad 0{,}37}{2 \cdot 10^{-6}}} = 860$. Forøges R til denne Værdi, ses det, at Udladningen ophører at være oscillatorisk. (Demonstration).



Fig. 11.

Som tidligere bemærket, er man ved Oscillografens Benyttelse til Projektion bundet til at demonstrere periodiske Fænomener, eller saadanne, som kunstig fremskaffes periodisk. Ved Fotografering er man ikke bundet af dette Hensyn, men kan optage Fænomener, som kun viser sig een Gang, f. Eks. Kortslutningsstrømme, Igangsætningsstrømme, Fænomener ved vanskelig Paralleldrift o. l., og det er væsentlig paa saadanne Omraader, at man kan vente ved Oscillografens Hjælp at skaffe nye, værdifulde Oplysninger.

Om Tegnsprog og Nomenklatur ved Skoleundervisningen i Kemi.

Af

Emil Petersen.

Hr. cand. mag. *Hans Rasmussens* Artikel i forrige Hefte af dette Tidsskrift: „*Den kemiske Nomenklatur ved Skoleundervisningen*“ giver mig Anledning til nogle Bemærkninger. Jeg skal ikke komme ind paa Enkeltheder i Nomenklaturspørgs-

Digitized by Google

maalet. Jeg betragter dette som afgjort indtil videre derved, at samtlige Lærere i Kemi ved de herværende højere Undervisningsanstalter have erklæret at ville benytte ved deres Undervisning den af „Kemisk Forenings" Udvalg foreslaaede Nomenklatur. At et saadant Resultat ikke opnaas uden gennem et Kompromis, ved Resignation fra den Enkeltes Side turde være selvfølgeligt. Jeg ser ikke rettere, end at ogsaa de, der skal undervise i Kemi i Skolerne, paa dette Punkt maa vise en lignende Resignation og benytte den samme Nomenklatur. Det vilde dog være altfor urigtigt at lære Eleverne saadanne Navne, som disse ved et senere Studium af Kemi atter maatte helt bortkaste og ombytte med andre.

Jeg vil kun henlede Opmærksomheden paa et enkelt Punkt, som jeg ansér for et Hovedpunkt. Hr. cand. *Rasmussen* klager over, at den af Udvalget foreslaaede Nomenklatur vil volde Vanskeligheder ved Skoleundervisningen. Men Vanskelighederne stammer sikkert ikke fra Nomenklaturen, men fra en ganske anden Aarsag: at man helt har udelukket Brugen af det kemiske Tegn- og Formelsprog fra Kemiundervisningen i Mellemskolen. Jeg har i rette Tid og paa rette Sted advaret derimod, men forgæves. Det undrer mig ikke at se Virkningerne af denne uheldige Anordning fremtræde allerede nu.

Hr. cand. *Rasmussen* siger f. Eks.: „Det svageste Punkt i Udvalgets Forslag er *Kulsyre* som Betegnelse for CO_2. Fra min egen Undervisning har jeg Erfaring nok for, hvormegen Fortræd Navnet gør. Jeg fandt ingen anden Udvej end at oversætte Navnet Kuldioxyd paa Dansk . . ."

Ja, jeg forstaar godt, at det kan være vanskeligt at forklare Forskellen mellem Kulilte og Kulsyre, ligesom overhovedet alle de kvantitative Forhold angaaende Sammensætning og Omsætning, der umulig kan forbigaas — naar man ikke maa bruge Tegn og Formler. Man har sat disse ud ad den ene Dør; men, da man dog ikke kan undvære dem, søger man at lukke dem — förmummede — ind ad en Bagdør. Hvad er „Kultoilte" og alle de andre af Hr. cand. *Rasmussen* tidligere foreslaaede Navne (Svovltreilte, Kalkiumtobrintilte, Tojerntreilte o. s. v.) vel andet end maskerede Formler eller Formler, klædte i Ord! Nogle ere ret godt lavede, andre ere umulige; men i alle Tilfælde: hvor langt nemmere er

Digitized by Google

det dog ikke at benytte det simple Tegnsprog, Begyndelsesbogstaver og Tal, som Kemien anvender, hvor langt lettere og overskueligere bliver ikke derved Forklaringen af Sammensætningen af Forbindelserne og af de simple Omsætninger, der skal læres i Mellemskolen! Der er jo ikke her Tale om at indføre hypothetiske Begreber, som Atom og Molekyle, men kun om simple Mængdeforhold udtrykte ved Tegn og Tal. Det *maa* gaa op for enhver, der underviser i Kemi, at Brugen af disse ikke er nogen Vanskelighed, heller ikke overfor 12—15 Aars Børn, men tvertimod en overordentlig stor Lettelse. Først naar det sker og naar da Anordningen angaaende Kemiundervisningen i Mellemskolen ændres svarende dertil, først da vil denne kunne opnaa andet og mere end (efter Hr *R.'s* Udtryk) „ved Hjælp af smukke Eksperimenter . . . at skabe ganske morsomme Timer." Da vil ogsaa Indførelsen af en kunstig Formel-Nomenklatur blive ganske overflødig.

Astronomiske Begivenheder i 1906.

Af

Observator Pechüle.

Til bedre Forstaaelse af de i det følgende omtalte Punkter henvises Læseren til de i forrige Aargang No. 3 og 4 givne indledende Forklaringer.

Solen viste i 1906 ikke saa usædvanlig store Pletter som i 1905; kun én, der saas midt paa Aaret, kom nogenlunde i Højde med dem. Herefter synes Pletdannelserne at være paa Retur og Aaret 1905 at have været et Maksimums-Aar. Det vil erindres, at Aaret 1901 var et Minimums-Aar, og vi se saaledes her en Bekræftelse paa den inden for den elleve-aarige Solpletperiode gældende Regel, at Opgangen fra Minimum til Maksimum foregaar hurtigere end Nedgangen fra Maksimum til Minimum.

Smaaplaneter. For nylig er 32 nye Numre blevne indlemmede i Fortegnelsen af anerkendte Smaaplaneter, saa at denne ved Slut-

Digitized by Google

ningen af Aaret 1906 indeholder 601 Numre. Blandt de mange andre opdagede, men endnu ikke indlemmede Smaaplaneter er én af særlig Interesse. Den opdagedes ad fotografisk Vej i Heidelberg den 22. Februar, var af 13. Størrelse og fik foreløbig Betegnelsen *TG*. Allerede ved Opdagelsen var det paafaldende, at dens daglige Bevægelse var meget lille, og en foreløbig cirkulær Bane, beregnet af de første Iagttagelser, gav da ogsaa dens Afstand fra Solen omtrent lig Jupiters. En senere af flere Iagttagelser beregnet elliptisk Bane gav endogsaa dens Middelafstand fra Solen lidt større end Jupiters. Der er altsaa nu ogsaa udad til gjort Brud paa Smaaplaneternes Betegnelse som liggende mellem Mars og Jupiter; indad til blev der allerede gjort Brud paa den i 1898 ved Opdagelsen af *Eros*, hvis Middelafstand fra Solen er lidt mindre end Mars'. Den nye Planet *TG* lover desuden ogsaa at blive teoretisk særlig interessant, ikke blot fordi dens Middelafstand, altsaa ogsaa dens Middelbevægelse, er omtrent lig Jupiters, men ogsaa, som Prof. *Charlier* i Lund har gjort opmærksom paa, fordi dens Vinkelafstand fra Jupiter, set fra Solen, ved Opdagelsen var $55^1/_2$, altsaa nær 60 Grader, saa at de tre Legemer Sol- Jupiter- Planet dannede nær en ligesidet Trekant. For et saadant Tilfælde, der endnu ikke var forekommet i Praksis, har nemlig *Lagrange* bevist, at Trelegemer Problemet tilsteder strenge Løsninger paa den Maade, at de tre Legemer stadig danner en ligesidet Trekant.

Kometer. I Aaret 1906 fandtes følgende Kometer: Komet 1906 a opdagedes den 26. Januar af *Brooks* i Amerika, var da af 9. Størrelse, blev lidt lysere i Februar og aftog derpaa i Lys. Dens Bane afveg ikke kendelig fra Parablen. Komet 1906 b opdagedes ad fotografisk Vej den 3. Marts af *Kopff* i Heidelberg og var lyssvag, idet den ikke overskred 11. Størrelse. Heller ikke dens Bane afveg kendelig fra Parablen. Ved at regne tilbage fandt man, at den allerede kunde have været set længe forinden, og det lykkedes da ogsaa at finde den paa en gammel Plade taget i Heidelberg den 14. Januar 1905, saa at den altsaa allerede var fotograferet over et Aar før Opdagelsen. Komet 1906 c opdagedes den 17. Marts af *Ross* i Melbourne, var da af 8. Størrelse, men tog af; den iagttoges ogsaa paa nordlige Breddegrader. Dens Bane afveg ikke kendelig fra Parablen. Komet 1906 d fandtes den 16. Juli ad fotografisk Vej i Heidelberg. Det var

Digitized by Google

Finlay's periodiske Komet. Den blev senere ret lys i Kikkert. Denne Komet, der har en Omløbstid af $6^1/_2$ Aar, saas første Gang af *Finlay* paa Kap-Observatoriet i 1886 og gensaas i 1893, saa at det nu er tredie Gang, den er bleven set. Komet 1906 e opdagedes den 22. August ad fotografisk Vej af *Kopff* i Heidelberg og var lyssvag, ikke over 11. Størrelse. Dens Bane var afgjort elliptisk, saa at den kan ventes tilbage om $6^2/_3$ Aar. Komet 1906 f fandtes ad fotografisk Vej den 28. August i Heidelberg som en yderst svag Taage af 15. Størrelse. Det var *Holmes'* periodiske Komet, der har en Omløbstid af 7 Aar. Den saas første Gang af *Holmes* i London i 1892 og gensaas i 1899, saa at det nu er tredie Gang, den er bleven set. Komet 1906 g opdagedes den 11. November af *H. Thiele* paa Kjøbenhavns Observatorium som en i Kikkert ret lys Taage af 9. Størrelse. Da den netop fandtes i den Retning, fra hvilken November-Meteorstrømmen (Leoniderne) træffer Jorden, laa det nær at antage den for en særlig tæt Sværm i nævnte Strøm. Kometens fortsatte Løb viste dog, at dette ikke var Tilfældet. Kometen blev lidt lysere i December og aftog derpaa i Lys, uden at dens Bane synes at afvige fra Parablen. Komet 1906 h opdagedes ad fotografisk Vej den 14. November af *Metcalf* i Amerika og var kun synlig i større Kikkerter.

Foranderlige Stjerner. Ogsaa i 1906 er der bleven opdaget en stor Mængde saadanne. Om mange af dem vides der dog endnu meget lidt. 32 nye er i 1906 blevne anerkendte og optagne i den officielle Fortegnelse; men hvor mange denne nu i det hele indeholder, er endnu ikke godt at sige, da den nedsatte Komité endnu ikke er naaet til at faa udgivet den lovede Generalkatalog. Af nævnte 32 er de fleste opdagede ad fotografisk Vej, til Dels gennem stereoskopisk Betragtning. Det særlig ogsaa til astronomisk Brug indrettede Stereoskop har faaet Navnet Stereokomparator. Betragter man gennem en saadan to Fotografier af en og samme Himmelegn, tagne til forskellige Tider, og er der en Stjerne, som paa det ene Fotografi er lysere end paa det andet, ser det ud, som om denne Stjerne var rykket ud af de andre Stjerners Plan, saa at den straks falder i Øjnene. Deres Perioder varierer mellem $3^1/_3$ Time og over et Aar. Variationerne er som oftest smaa, dog hos flere af dem paa tre Stjernestørrelser, hos enkelte til hel Forsvinden. En af dem, *RZ* Cassiopejæ, er under-

Digitized by Google

tiden svagt synlig for blotte Øjne, idet den varierer mellem Størrelserne 6.4 og 7.8. Flere af dem er „Algol-Stjerner" (se 2. Aargang pag. 173); en saadan lyser ens, kun at den med bestemte Mellemrum undergaar en kort Formørkelse. Mange af dem ere opdagede af Damer, særlig Fru *Ceraski* i Moskou og Fru *Fleming* i Cambridge U. S. Ogsaa den norske Lærer *Enebo* i Dombaas i Dovre har indlagt sig Fortjenester i denne Retning og i den Anledning for nylig af „Astronomische Gesellschaft" faaet foræret „Bonner Durchmusterung" med tilhørende Atlas, der indeholder alle den nordlige Himmels Stjerner ned til 9. Størrelse.

Stjernekataloger og Stjernekort. „Astronomische Gesellschaft"s Kataloger er i 1906 blevne forøgede med Zonen 2^0—6^0 sydlig Deklination, saa at denne Præcisions-Katalog over alle Stjerner indtil 9. Størrelse nu strækker sig fra 80^0 nordlig til 10^0 sydlig Deklination med Undtagelse af Zonen 70^0—75^0 nordlig Deklination, der endnu lader vente paa sig. I 1906 er der ogsaa udkommet spredte Kort og Katalog-Stykker, baserede paa den store internationale Affotografering af hele Himlen.

Bredde-Variation. De to nye Stationer til Iagttagelse af Polens Flytning i Vest-Australien og Argentina er i 1906 traadt i Virksomhed og er sikrede indtil 1908. De seks ældre nordlige Stationer er sikrede indtil 1910; men det antages dog, at deres Bestaaen vil blive yderligere forlænget, da Fenomenet viser sig mere indviklet end fra først antaget. Iagttagelserne i 1905 har vist, at den Kurve, den sande Pol beskriver om Middelpolen, vel nu har begyndt at indsnævre sig, men ikke saa meget som ventet.

„*Astronomische Gesellschaft*", der for Tiden tæller 383 Medlemmer fra næsten alle Lande og holder Møde hvert andet Aar, holdt i 1906 sit 21de Møde i Jena i Dagene 12.—15. September. Der var mødt 86 Medlemmer fra forskellige Lande, fra Danmark kun én, Dr. *Burrau*, der holdt et Foredrag om sine Bestræbelser for gennem numerisk Beregning af specielle Tilfælde at komme til Erkendelse af en almindelig Løsning af Trelegemer Problemet. Af de øvrige Foredrag skal her kun nævnes et af Prof. *Seeliger* fra München, der søgte at forklare visse Uregelmæssigheder i de indre Planeters Bevægelse ved Tiltrækningen af den Solen i vidt Omfang omgivende Ring af Smaapartikler, der formodentlig er Aarsag til Zodiakallyset, samt et af Prof. *Albrecht* ved det geodætiske Institut

Digitized by Google

i Potsdam om Anvendelsen af traadløs Telegrafi til Tidssignaler ved Længdebestemmelser. Astronomerne fik Lejlighed til at gøre sig bekendte med *Schott's* og *Zeiss'* storartede optiske Glas-Værksteder og overværede Støbningen af en stor Linse. I Anledning af, at Observatoriet i Greenwich trues ved Anlægget af et Elektricitetsværk i kun 800 Meters Afstand derfra, vedtog Forsamlingen en Resolution herimod. I 1908 skal Mødet være i Wien.

Dødsfald. Blandt de i 1906 døde Astronomer nævnes her: *C. I. Ioly* f. 1864, „Astronomer Royal" for Irland. Han gav sig mest af med Matematik, særlig Kvaternioner. *F. M. Karlinski* f. 1830, indtil nogle Aar før sin Død Direktør for Observatoriet i Krakau, væsentlig Iagttager, indtil en Øjensygdom drev ham over paa Meteorologiens og den astronomiske Histories Omraade. *D. G. Lindhagen* f. 1819, ansat ved forskellige Observatorier, deriblandt det i Pulkova, var fra 1859 af i over tre Aartier Sekretær ved Akademiet i Stockholm. Hans Specialitet var Gradmaalingsarbejder. *G. Rayet*, f. 1839, Direktør for Observatoriet ved Bordeaux, særlig kendt gennem sine spektroskopiske Undersøgelser. *I. F. Bossert*, f. 1851, blev allerede 15 Aar gammel ansat som Regner ved Pariser-Observatoriets Regnebureau. hvor han gennemgik alle dettes Grader, indtil han ved sin Død var dets Chef. Hans Navn er knyttet til adskillige store Regnearbejder. *S. P. Langley*, f. 1834, Sekretær for Smithsonian Institution i Washington, Stifter af dettes astrofysiske Observatorium, erhvervede sig et stort Navn som Solforsker, navnlig med Hensyn til Solens Varmestraaling. *I. A. C. Oudemans*, f. 1827, 1857—75 Chef for Gradmaalingen paa Java, 1875—98 Professor og Direktør for Observatoriet i Utrecht, særlig bekendt som Geodæt.

Anmeldelser.

Alfr. Lehmann: **Lehrbuch der psychologischen Metodik** (Leipzig 1906. O. R. Reisland).

Nævnte Bog vil sikkert være de Studerende ved de psykologiske Laboratorier saavel som andre, der beskæftiger sig med

Digitized by Google

kvantitative psykologiske Undersøgelser, særdeles velkommen. Dels fordrer nemlig de hidtil foreliggende Lærebøger over dette Emne flere matematiske Forudsætninger, end de Studerende i Almindelighed er i Besiddelse af, dels indskrænker de sig til at fremstille Principperne for Fejludjevning. I begge Retninger raader nærværende Bog Bod, idet den giver en samlet paa elementær Matematik bygget Fremstilling af hele den eksperimentalpsykologiske Metodik.

I første Afsnit gives der, belyst ved mange Eksempler, en Redegørelse for, hvorledes man praktisk kan behandle et Iagttagelsesmateriale. Foruden de konstante Fejl, som Forsøgsbetingelserne medfører, og *Gauss*'s Fejllov omtales ogsaa usymmetriske Fejllovsfunktioner, som man efter Forfatterens Erfaring hyppig kommer til ved forskellige Maalinger, hvor Opmærksomheden har væsentlig Betydning. For Fremgangsmaaden ved Behandlingen af et saadant Tilfælde, som tidligere Lærebøger af samme Art over Fejlteori ikke har givet Agt paa, gøres der omhyggelig Rede. Endvidere behandles under letfattelig Form Interpolationslæren og Bestemmelser af Funktioner.

Denne første Del af Bogen kan sikkert, skønt specielt udarbejdet med psykologiske Eksperimenter for Øje, være til Nytte for enhver, der uden særlige Forkundskaber ønsker at kende de almindelige Principper for Bearbejdelsen af et Iagttagelsesmateriale. Den sidste Del af Bogen derimod omhandler kun psykologisk Metodik og er følgelig ganske forbeholdt Psykologerne. For dem vil den dog uden Tvivl ikke være den mindst væsentlige Del. Forfatteren giver nemlig her en omhyggelig Fremstilling af de forskellige Maalemetoder, fremsætter praktiske, til Dels nye Behandlingsmaader af Forsøgsresultaterne og beskriver Fremgangsmaaderne ved Udførelsen af Forsøgene og de Forsigtighedsforholdsregler, som disse kræver.

De Studerende har hermed faaet et længe savnet Hjælpemiddel til Forstaaelse af, hvorledes videnskabelige, psykologiske Eksperimenter bør anstilles, og Iagttagelsesmaterialet behandles.

R. H. Pedersen.

Digitized by Google

Otto Weissner: **Die meteorologischen Elemente und ihre Beobachtung mit Ausblicken auf Witterungskunde und Klimalehre.** 94 Sider med 33 Fig. Pris 2 Mark 60 Pf. Teubners Forlag, Leipzig.

Dette Arbejde bærer som Undertitel: „Unterlagen für schulgemässe Behandlung sowie zum Selbstunterricht" og i Fortalen anføres, at der ikke forudsættes Forkundskaber, kun nogen Øvelse i Betragtning af naturvidenskabelige Ting, og at Elever i de højere Læreanstalters Mellemklasser vil kunne benytte Bogen selvstændig.

At Meteorologi i et mindre Omfang meget vel kan anvendes som Undervisningsfag i Skolen er jo uden Tvivl, og en skolemæssig Behandling af Stoffet maa derfor hilses med Glæde.

Imidlertid kan nærværende Arbejde ikke siges at tilfredsstille de Fordringer, som nødvendigvis maa stilles. Der er medtaget for mange Detaljer, medens paa den anden Side væsentlige Ting ikke er behandlet udførligt nok, saaledes f. Eks. Minimabanerne for Europa. Det maa ogsaa siges at være en Mangel, at der ikke findes i det mindste et Eksempel paa et Vejrkort.

Forfatteren opholder sig en Del ved de meteorologiske Instrumenter: Termometer, Barometer og Fugtighedsmaaler, men navnlig her skorter det paa Nøjagtighed i Fremstillingen ved Siden af, at der findes flere positive Fejl.

Som Eksempel paa, at Forfatteren øjensynlig ikke har magtet at løse den Opgave, han har stillet sig, skal anføres Indledningen til Behandlingen af Tordenvejr pag. 68:

Das Gewitter: Der Wasserdampf der Luft ist elektrisch geladen; verdichtet er sich nun zu flüssigem Wasser, so wird sein Volumen rund auf den 1500 Teil verkleinert, folglich, da die Elektricitätsmenge dieselbe bleibt, die Elektricitätsdichte (Spannung) 1500 Mal so gross, und noch viel grösser, wenn sich, wie dies ja beim Gewitterregen der Fall ist, viele kleine Tröpfchen zu einem grossen zusammentun.

J. P. Jacobsen.

Digitized by Google

F. Barnwater: **Lærebog i mekanisk Fysik.** 2. Udgave. (Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag. 1906. Pris 4 Kr.).

Bogen er udarbejdet til Brug ved Læreanstaltens Adgangskursus og i Gymnasiets matm.-naturv. Retning, og den indeholder det i Planen fastsatte Pensum. Da praktiske Øvelser skal være Led i Gymnasiets Fysikundervisning, gives der i Bogen Anvisning paa adskillige Øvelser, der tænkes udført af Elever.

Dr. *B.* har bestræbt sig for at give en fyldig Fremstilling, og for at gøre Bogen let forstaaelig er Forklaringerne gennemgaaende noget brede, det vil sikkert heller ikke falde nogen vanskeligt at arbejde sig gennem den. Fejlfri bliver en Lærebog vel aldrig, og det er betydelig lettere at kritisere end skrive en Bog, men for Undervisningens Skyld vilde jeg dog ønske, den baade havde haft færre Fejl og Unøjagtigheder.

Arbejdsprincipet, der hele Tiden bruges som Begrundelse, er ikke formuleret korrekt, der udføres ikke Arbejde, hver Gang en Kraft virker paa et Legeme, der bevæger sig. Retningsstørrelser omtales ikke, de vilde dog ikke kunne volde Vanskeligheder, og flere Steder vilde man derved lettere og nøjagtigere naa Resultatet, Definitionen af Accelerationen i Størrelse og Retning giver saaledes umiddelbart Cirkelbevægelsens Normalkraft, i Bogen findes den ved at betragte AC som en ret Linje, men Tangenterne i A og C falder ikke sammen (Acc. skulde altsaa bestemmes af et Bueelement). Sætningen om Bevægelsesmængden er ikke rigtig, og Begrundelsen er mangelfuld; efter Bogen har Hastighedens Retning ingen Betydning, og Eleverne vil derfor kunne komme til mærkelige Resultater ved Anvendelse af dette Princip. Om den levende Krafts Princip siges saa godt som intet. — Afsnittet § 8 om Maaling af Kræfter er uheldigt. Først defineres Kraften ved $m \cdot g$; maales m i Gram, g i Centimeter, faas Kraften udtrykt i Dyn. Senere (Side 16 nederst) indføres en ny Enhed, Kilogram, og dermed maa vel menes, enten at det skal være en ny Maade at definere Kraften paa, i saa Fald véd man ikke, om Kræfter er prop. med de Accelerationer, de giver samme Legeme, det maa Forsøg vise, eller at man hele Tiden holder sig til den første Definition og blot bruger andre Maal for m og g, at man derved faar $k = m \cdot g$ er da ikke saa mærkeligt, at det særlig behøver at fremhæves.

Digitized by Google

Ved Stødet faar man Brug for en anden Slags Kræfter, da der regnes med dem, maa de ogsaa maales, er Enheden for disse ogsaa Dyn eller Kilogram? Hele Udviklingen om Stødet er ret ufatteligt, da man ikke faar at vide, hvorfor der intet Hensyn skal tages til Kræfter som Tyngde.

Ved Sammensætningen af Kræfter er Bemærkningen (S. 28 b) om at udnytte disse en underlig Begrundelse for Resultantens Retning, og ved parallele Kræfter (S. 63) faar man ikke at vide, hvorfor Resultantens Angrebspunkt ligger i de givnes Forbindelseslinje. Tilfældet med 2 lige store og modsatte Kræfter nævnes ikke.

Delingen af Bevægelsen i fremadskridende og roterende overholdes ikke i Fremstillingen, ved krumlinjet Bevægelse har Legemets enkelte Dele ikke parallele og lige store Baner; at der tænkes paa Tyngdepunktets Bevægelse kan ikke tjene til Undskyldning, da man der hverken kender Tyngdepunktet eller dets Egenskaber. Ved Skibsroret indser man ikke, at et Tryk paa Roret kan dreje Skibet, desuden er det vel meget tvivlsomt, om Trykket virker i den angivne Retning; det samme gælder om Trykket paa Sejlet.

(S. 35) ved Jernbanevognen, der kører i en Kurve, har Normalkraften faaet forkert Retning, og Begrundelsen for Sløjfekørslen er uheldig; kommer Vognen ad Cirklen til *D*, maa den ogsaa køre videre paa Cirklen, den opstillede Betingelse udtrykker kun, at Vognen øver Tryk paa Cirklen i *D*, ɔ: den har ikke forladt Cirklen.

Bemærkningen om Legemers Inerti forstaar jeg ikke, og den Metode, der angives til Bestemmelse af Absorptionskoefficient, maa aabenbart give upaalidelige Resultater, da man ved Vejningen ikke faar Vægten af den indsugede Kulsyre, men Vægten af den, der findes i Vandet og over dette.

Som man ser, har Bogen Angrebspunkter nok, og det vilde aabenbart have været heldigt, om den Omhu, der er vist ved Korrekturen, havde været anvendt paa Udarbejdelsen; det vilde være ønskeligt, om et nyt Oplag vilde lade Bogen fremtræde i en mere fuldkommen Skikkelse.

Hvad Øvelserne angaar, mener jeg, at de ikke har deres Plads i en Lærebog, blandt andet fordi Teori og Øvelser maa skrives paa væsentlig forskellig Maade. Maaske er der ikke mange, der deler min Opfattelse, men skal saa Teori og Øvelse blandes sammen, maa man forlange, at Øvelserne er af den Beskaffenhed, at

Digitized by Google

der kan faas Udbytte af dem, og den Fordring tilfredsstiller ikke alle de Øvelser, der gives Anvisning paa i Bogen.

Ved Skraaplanet giver Tidsbestemmelse ved Hjælp af Faldmaskine ikke saa gode Resultater, som man af de anførte Værdier skulde formode, og desuden faas heller ikke den Overensstemmelse mellem Teori og Iagttagelse, som man efter Bogen skulde vente. Saavel naar en Cylinder glider, som naar en Kugle ruller ned ad Skraaplanet, bliver den iagttagne Acceleration betydelig mindre end den, man beregner. Gnidningsmodstanden er ikke forsvindende, naar en Kugle ruller, og naar Cylinderen glider, vokser Gnidmodstanden med Hastigheden, hvilket jo ogsaa er en bekendt Sag, naar Gnidningen, som her, sker paa Papir. Skraaplan kan ikke bruges paa den angivne Maade.

Ved Øvelsen over Vægtens Følsomhed faar man kun at vide, om Vægten er fabrikeret rigtigt; til en saadan Øvelse maa benyttes en Vægt, hvor Armlængden, Skaalenes Ophængning og Tyngdepunktets Beliggenhed kan forandres.

Det bøjede Rør til Mariottes Lov er ikke godt, dels giver det ikke særlig gode Resultater, dels kan man ikke rense det.

Apparatet til Strækningsøvelse viser kun en Spiralfjeders Forlængelse ved paahængte Vægte, en Fjedervægt til 50 Øre viser det samme, der findes Mærkerne i samme indbyrdes Afstand. Til Forsøg over Strækningssvingninger er Apparatet sikkert godt. Prøven for en roterende Vædskes Paraboloideform egner sig ikke til Øvelse, selv ved en Centrifugalmaskine med Tælleværk faas ikke nær saa god Overensstemmelse som i Bogen. Aflæsningen bliver altid ret vilkaarlig.

I Regneeksemplet ved Pendulet er der aabenbart glemt at opgive Størrelse og Vægt af Stang og Lodder, ganske vist kan man af de 2 beregnede Værdier for t finde $I_0 : p$, men de to Værdier er ikke ens.

I det Hele er det en Misforstaaelse, naar Dr. *B.* mener, at det er en Opregning af Øvelser, Elever muligvis kan udføre, man trænger til. For de allerfleste Lærere er praktiske Øvelser noget helt nyt, og det, der vil være dem mest gavnligt, er at faa at vide, hvilke Vanskeligheder der er forbunden med de enkelte Øvelser, hvilke Fejl man almindelig begaar ved Udførelsen, og

Digitized by Google

hvorledes man bedst undgaar disse, men derom siges der ikke meget i Bogen, og derfor gør heller ikke de brugbare Øvelser den Nytte, de ellers kunde.

Jeg kan derfor ikke se, at Bogen har vundet ved, at Øvelserne er taget med.

Aalborg, Jan. 1907.

Niels Christensen.

Fysik i Skolen.

I. Anordning angaaende Undervisningen i Gymnasiet.

11. *Naturlære.*

A. Paa *de to sproglige Linier.*

Undervisningen er fælles for disse Linier og skal omfatte:

a) *Astronomi:* En elementær Fremstilling, der bl. a. giver det for Geografiundervisningen nødvendige Grundlag, af Stjernehimmelens Udseende og tilsyneladende Bevægelse, Solens og Maanens tilsyneladende og virkelige Bevægelser, Jordens Form, Størrelse og Afbildning paa Kort, Tids- og Stedsbestemmelser, samt Himmellegemernes fysiske Beskaffenhed.

b) *Geologi:* Kendskab til de hyppigst forekommende og i praktisk Henseende vigtigste Mineraler og Bjergarter; Hovedtrækkene af den dynamiske Geologi; Oversigt over Jordens Udviklingshistorie, med særligt Henblik paa Danmarks geologiske Udvikling.

Hvor Forholdene taler derfor, skal det dog ogsaa være Skolerne tilladt i Stedet for Geologi at vælge et andet Afsnit af Naturlæren, naar Valget godkendes af Undervisningsinspektøren.

B. Paa *den matematisk-naturvidenskabelige Linie.*

Undervisningen er særlig for denne Linie og skal omfatte:

a. *Astronomi.*

1) En elementær Fremstilling, der bl. a. giver det for Geografiundervisningen nødvendige Grundlag, af Stjernehimmelens Udseende og tilsyneladende Bevægelse, Solens og Maanens tilsyneladende og virkelige Bevægelser, Jordens Form, Størrelse og Af-

Digitized by Google

bildning paa Kort, Tids- og Stedbestemmelser, samt Himmellegemernes fysiske Beskaffenhed.

2) Naar Eleverne har de nødvendige Forudsætninger, en mere indgaaende Gennemgang af ovennævnte Pensum, med matematisk Behandling.

b. *Fysik.*

1) *Varmelære:* Udvidelse. Varmens Forplantning ved Ledning. Varmefylde, Smeltevarme og Fordampningsvarme. Dampes Tryk. Fugtighedsmaaling. Fortætning af Luftarter. Varmens mekaniske Ækvivalent. Af *Vejrlæren* medtages, hvad der er nødvendigt til Forstaaelse af et Vejrkort, samt lidt om Temperaturens daglige og aarlige Gang.

2) *Lyslære:* Lysets Tilbagekastning: plane Spejle; Kuglespejle. Lysets Brydning: Prismer; Linser. Linsers Anvendelse. Spektralanalyse. Straalevarme. Øjet. Lysets Hastighed. De almindeligste Lysmaalingsmetoder.

3) *Magnetisme og Elektricitet:* Magneter (Kraftlinier). Jordmagnetisme. Mindst den ene af Gauss' Hovedstillinger. Gnidnings- og Berøringselektricitet. Elektrisk Energi. Galvaniske Strømme (Maaling af Strømstyrke, Modstand og Spændingsforskel). Elektrolyse. Galvaniske Elementer (Akkumulator). Elektromagnetisme. Strømmes og Magneters indbyrdes Virkninger. Induktionsstrømme. Elektriske Svingninger. Elektriske Straalearter.

4) *Mekanisk Fysik:* Retningsstørrelsers Sammensætning og Opløsning. Kraft, Masse, Hastighed og Acceleration. Gnidningsmodstand. Faldbevægelsen. Bevægelse paa Skraaplan. Cirkelbevægelse. Centralbevægelse. Pendulet. Vejningsredskaber. Den almindelige Tiltrækning, Tyngden, Tidevande. Elasticitet. Stødet. Potentiel og kinetisk Energi. Tryk i Vædsker og Luftarter. Diffusion. Bølgebevægelse, staaende Bølger. Lyden (Toner, Lydens Hastighed i forskellige Stoffer).

Undervisningen drives *eksperimentelt* i saa stort Omfang som muligt. Til *praktiske Øvelser* anvendes der mindst en Tid, der svarer til 2 Timer ugentlig i et Aar.

Matematisk Behandling af Stoffet anvendes kun paa saadanne Omraader, hvor den virkelig kan gennemføres.

Nye betydeligere Opdagelser paa Fysikens Omraade bør stadig drages ind under det Stof, der er Genstand for Undervisning.

Digitized by Google

c. *Kemi.*

1) *Uorganisk Kemi:* Med Benyttelse af det kemiske Tegnsprog gennemgaas Brint, Ilt, Svovl, Halogenerne og Kvælstofgruppens Grundstoffer, Kulstof, Silicium og de allervigtigste Forbindelser af disse Grundstoffer, endvidere de vigtigste Metaller og disses Forbindelser, idet man dog heraf kun medtager de Stoffer, der har Betydning i det daglige Liv eller finder almindelig Anvendelse ved den eksperimentelle Undervisning.

2) *Organisk Kemi:* Typer for de vigtigste Grupper af organiske Forbindelser Kulbrinter (Methan, Æthan, Æthylen, Acetylen); Alkoholer (Methyl- og Æthylalkohol, Glycerin); Aldehyder (Formaldehyd); Ætere (Æthylæter); sammensatte Æterarter (Fedtstoffer); Syrer (Myresyre, Eddikesyre, Mælkesyre, Smørsyre og de almindelige Plantesyrer); Kulhydrater.

3) *Fysisk Kemi:* De væsentligste Afsnit med Benyttelse af Eksempler fra det gennemarbejdede Pensum af uorganisk og organisk Kemi.

Undervisningen drives *eksperimentelt* i saa stort Omfang som muligt. Om de *praktiske Øvelser* og de *nye Opdagelser* paa Kemiens Omraade gælder det samme, som er sagt ovenfor ved Fysiken.

Af *Bekendtgørelse angaaende Undervisningen i Gymnasiet* anføres:

11. *Naturlære.*

A. Paa *de to sproglige Linier.*

Formaalet for Undervisningen skal være at meddele Eleverne Kendskab til saadanne væsentlige Sider af Naturlæren, som har stor Betydning for Almendannelsen, men som ikke har kunnet medtages ved Undervisningen i Mellemskolen. Mest paatrængende er i saa Henseende et elementært Kendskab til *Astronomi* og *Geologi*, og med den Tid, der kan indrømmes Faget, naar man næppe meget ud over dette; men det staar naturligvis Læreren frit for, om han kan naa det, ogsaa at medtage Emner fra Fysik og Kemi, naar saadanne Emner er af den Beskaffenhed, at de fører mod det angivne Maal for Undervisningen.

Da Naturfagene paa de to sproglige Linjer kun kan faa et relativt ringe Timetal, maa det anbefales, at man saa vist muligt

Digitized by Google

lægger Undervisningen i *Naturlære* og i *Geografi* og *Naturhistorie* i samme Lærers Haand, saa at man undgaar at splitte Naturfagsundervisningen i Fag med en enkelt ugentlig Time. Under alle Omstændigheder maa Astronomien af Hensyn til Geografiundervisningen læses ved Undervisningens Begyndelse i 1ste Gymnasieklasse.

Undervisningsmaaden overlades i det hele til Læreren. Dog maa fremhæves, at Hovedvægten bør lægges paa Forstaaelsen af Naturfænomenerne i deres Sammenhæng, at al overflødig Detailkundskab bør undgaas, og at man saa vidt muligt bør benytte Lejligheden til at fæstne og uddybe de fysiske og kemiske Begreber, Eleverne kender fra Mellemskolen.

B. Paa *den matematisk-naturvidenskabelige Linie.*

Den elementære *Astronomi*undervisning maa af Hensyn til Geografiundervisningen henlægges til 1ste Gymnasieklasse. Den mere indgaaende Behandling af Astronomien maa derimod opsættes, indtil Eleverne har de nødvendige matematiske Forkundskaber.

Om *Kemiundervisningen* bemærkes følgende:

Det anbefales saa vidt muligt at lade Undervisningen ikke illustreres med, men grundlægges paa *Eksperimentet.* Heldigst er det, at Forsøgene i saa stor Udstrækning som muligt udføres af Eleverne selv, idet de arbejder enten to og to sammen eller enkeltvis, og idet alle Eleverne samtidig udfører det samme Arbejde; Elevøvelserne bør ikke være Repetitionsforsøg, der henlægges til bestemte i Forvejen fastsatte Timer, men ordnes saaledes, som det falder Skolen og den enkelte Lærer mest belejligt. I Almindelighed kan det anbefales, at hvert nyt Afsnit, som tages op til Behandling, altid først gennemarbejdes af *Eleverne selv.* Stoffet gennemgaas da paa Grundlag af de Resultater, som Eleverne selv har faaet, og demonstreres yderligere ved Lærerens Eksperimenter; der opnaas saaledes, at den praktiske og teoretiske Undervisning altid staar i nøje indbyrdes Sammenhæng. — Til yderligere Indøvelse af det kemiske Tegnsprog anbefales det, at der, saa ofte Tiden tillader det, gives lette Opgaver, dels Hjemmeopgaver, dels Opgaver paa Skolen og mindre Opgaver i Undervisningstimerne, saa at Elerne opnaar at blive virkelig fortrolige med de kemiske Tal og Omsætninger. Det vil være heldigst foruden rent støkiometriske Opgaver ogsaa at give Eksempler paa Ligninger for ke-

Digitized by Google

miske Omsætninger. I det hele taget maa det anbefales, at en saa stor Del som muligt af Arbejdet overlades Eleverne til Selvarbejde, hvoraf følger, at det egentlige Hukommelsesstof indskrænkes saa meget som muligt.

II. Anordning angaaende Undervisning i Realklassen.

6. *Naturlære.* Der gennemgaas to eller flere Afsnit som vælges af Skolerne selv, dog med den paagældende Undervisningsinspektørs Godkendelse.

Af *Cirkulære angaaende Undervisningen i Realklassen* anføres:

6. *Naturlære.* Formaalet for Undervisningen skal være at bibringe Eleverne et fyldigere Kendskab navnlig til de Naturfænomener, der spiller en Rolle for det daglige Liv og er tagne i dettes Tjeneste. Undervisningen bør drives saa vidt muligt eksperimentelt, og det anbefales, hvor Forholdene tillader det, at benytte praktiske Øvelser.

Som Eksempler paa Afsnit hvorimellem Skolerne kan vælge, *anbefales* følgende:

a. Afsnit af *Varmelæren:* Maaling af Varmemængder; Varmefænomener ved Tilstandsforandringer (og disses Anvendelser); Forbrænding.

b. *Elementær Elektroteknik.* Elektrisk Strøms Frembringelse ved Induktion, særlig Dynamoen; Maaling af Strømstyrke, Spænding og Modstand (Ohms Lov); Strømmes Transformation og deres Anvendelse i Praksis (Motorer og Lysanlæg).

c. *Energilære.* I ringe Omfang gennemgaas saadanne Dele af Bevægelseslæren, som er nødvendige for Forstaaelse af Energiprincipet (Kraft, Arbejde, Masse, Hastighed, Acceleration, frit Fald, forsinket Fald, levende Kraft, Beliggenhedsenergi, Gnidning). Varmeenergi; elektrisk Energi.

d. Partier af *Fysikens Historie* (f. Eks. de store Opdagelser og Opfindelser).

e. Elementer af *Spektralanalysen* og lidt om Himmellegemernes fysiske Beskaffenhed.

f. Lidt *Kemi* med Anvendelse af Tegnsprog.

Digitized by Google

Telegrafering af Billeder.

Af

J. P. Jacobsen.

For kort Tid siden har der i Dagspressen været skrevet en Del om Forsøg, der er gjort med Telegrafering af Billeder paa Linien Lyon—Paris og tilbage igen. Det franske Blad „l'Illustra-



Fig. 1.

tion", som har ladet Forsøgene foretage, bragte den 9de Februar i Aar en lang Artikel med en Mængde Illustrationer saavel af anvendte Apparater som af Billeder, det er lykkedes at overføre. Artiklen er en Gengivelse af et Foredrag, som Opfinderen, Prof. *Korn* i München, har holdt i Lyon.

Digitized by Google

Prof. *Korn* har i flere Artikler i Physikalische Zeitschrift*) givet Beskrivelse af sine Forsøg. Allerede i Begyndelsen af 1904 var han naaet til en brugbar Fremgangsmaade, som dog led af forskellige Mangler. Paa disse er der ved senere Forsøg raadet Bod, saa at det nu lader sig gøre at telegrafere et Billede som Fig. 1 i Løbet af 12 Minuter.

Fremgangsmaaden er i Korthed den, at et enkelt Punkt af et Fotografi, der er optaget paa Film og oprullet paa en Glascylinder, belyses stærkt; Lyset træffer inde i Midten af Cylinderen en Selencelle, der ligger fast, medens Glascylinderen kan rotere og samtidig forskyde sig i sin egen Retning, saa at efterhaanden alle Punkter af Billedet bliver belyste. Dette er Afsenderen. Gennem Selencellen sendes Strøm til Modtageren. Strømmens Styrke vil da være afhængig af Belysningen, som falder paa Selencellen, medens Belysningen igen afhænger af, i hvor høj Grad Fotografiet er gennemskinneligt paa det Sted, hvor Lyset falder. I Modtageren frembringes ved de varierende Strømme Lysindtryk paa præpareret Papir, der er viklet omkring en roterende Valse. Til at opnaa dette er der anvendt forskellige Fremgangsmaader, som nedenfor skal beskrives.

Det vil indses, at man for at overføre Billeder paa den omtalte Maade maa have to Valser, der trods den store Afstand kan holdes i synkron Gang. I Fig. 2 er givet en skematisk Tegning af, hvorledes dette lader sig gøre. Paa Afsenderstationen til venstre findes et Batteri E, som sender Strøm gennem Ledningen L til Modtagerstationen, hvor den ledes til Jorden. Batteriet E's anden Pol er ligeledes afledet til Jorden. Den roterende Cylinder A_1 paa Afsenderstationen er forsynet med to Skiver, der paa et vist Tidspunkt af Omdrejningen ved med et Par Knaster at virke paa to Vægtstænger, er i Stand til at vende Strømmen i L og altsaa ogsaa gennem Modtageren.

Cylinderen holdes i Gang af en elektrisk Motor med passende Udveksling. Cylinderen A_2 paa Modtagerstationen holdes i Gang af en lignende Motor, og der er sørget for, at dens Omdrejningshastighed er ca. 1 % større end A_1s. Cylinderen A_2 er forsynet med en Skive, der dels bærer en Knast, som kan løfte en Vægt-

*) Senest Januar og Februar 1907.

Digitized by Google

stang og derved sende Strømmen fra Afsenderen gennem Lederen l i Stedet for gennem g, dels en anden Knast, som bevirker, at Skiven standses af Hagen H. Først naar Strømmen fra Afsenderen vendes om, bevirker en Fjeder, der tidligere var holdt stram af en lille Elektromagnet, at Hagen trækkes ned, saa at Skiven atter kan passere. Det vil af Figuren let ses, hvorledes Strømmen virker paa Polskoen af en Magnet, saa at et Anker tiltrækkes, hvorved Strømmen til den lille Elektromagnet afbrydes, og Hagen trækkes ned.

Det vil nu være forstaaeligt, at Cylinderen A_2 hver Omgang kommer lidt for tidligt, ca. 1 %, men at Fejlen bliver rettet hver

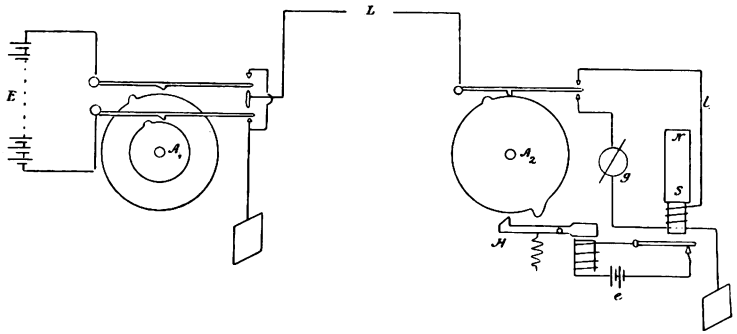


Fig. 2.

Gang, saa at Cylindrene roterer tilstrækkelig nøjagtigt med samme Hastighed.

Fotografiet, som skal telegraferes, er, som nævnt, oprullet paa Cylinderen paa Afsenderstationen. Af venstre Del af Fig. 4 ses, hvorledes Belysningen foregaar. Cylinderen er stillet lodret; ved Hjælp af Linsen l_1 samles Lyset fra Nernstlampen I i et Punkt paa dens Overflade, hvor det delvis trænger gennem Fotografiet og derefter spredes over Selencellen Se_1. Cylinderens Forskydning i Længderetningen er for hver Omdrejning 1 mm, hvorved et Billede paa 13 × 24 cm. lader sig reproducere i 12 Minuter af de nyeste Apparater. I Modtageren bliver Billedets Størrelse sat ned til det halve.

Efter at man i Afsenderen har opnaaet at faa frembragt Strømme, der svarer til de forskellige Toner i Fotografiet, er Op-

Digitized by Google

gaven ved disse Strømme at faa frembragt lyse og mørke Punkter paa Modtagercylinderens Papir svarende til deres Styrke.

Ved den Metode, som anvendtes i 1904, benyttedes Strømmenes Indvirkning paa en Galvanometernaal til at opnaa dette. Galvanometernaalen var ved sine Bevægelser i Stand til at gøre Gnistmellemrummet paa en Teslarinduktor større eller mindre, hvorved et Geisslerrør, som var indskudt, lyste stærkere eller svagere; dette Lys overførtes saa paa passende Maade paa Valsen.

Denne Metode havde imidlertid navnlig to Mangler; for det første fulgte Galvanometernaalen ikke øjeblikkelig Strømmens Va-

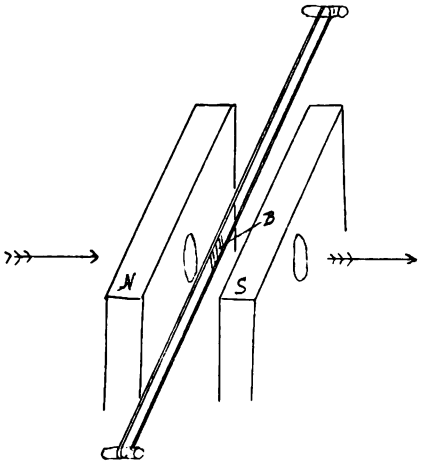


Fig. 3.

riationer, og for det andet var Modstanden i Selencellen ikke alene afhængig af den Belysning, som var til Stede i Øjeblikket, men ogsaa, om end i ringere Grad, af den umiddelbart foregaaende. Begge Dele tilsammen bevirkede, at Overføringen af Billederne enten maatte tage længere Tid, eller at Grænserne mellem Lys og Mørke blev udviskede.

Ved de nyere Forsøg benyttes et saakaldt Lysrelais; det er skematisk fremstillet i Fig. 3. N og S betegner de to Poler af en Elektromagnet; de er gennemborede, saa at Lys kan passere gennem dem. Mellem Polerne er udspændt to meget fine Traade. og paa disse er befæstet et Stykke Aluminiumblad, som i Traa-

Digitized by Google

denes Hvilestilling netop er i Stand til at hindre Lysstraalernes Gang gennem Hullerne. Sendes Strøm gennem Traadene, vil disse imidlertid afbøjes og tillade mer eller mindre Lys at trænge igennem, alt efter Strømmens Styrke. Dette Apparat fulgte i langt højere Grad end Visergalvanometret Variationen i Strømmens Styrke, men endnu stod tilbage at overvinde Vanskelighederne hidrørende fra Selencellens Mangel paa Evne til at følge Lysets Variationer.

Efter de nyeste Forsøg lader dette sig gøre ved at indskyde to Traadgalvanometre som det beskrevne i en Art Bro. Det ene Traadgalvanometer benyttes da til at belyse Tromlen paa Modtagerstationen, det andet bruges til at belyse en Selencelle, saa at Forstyrrelsen fra Selencellen paa Afsenderstationen ophæves.

I Fig. 4 er skematisk angivet Forbindelserne.

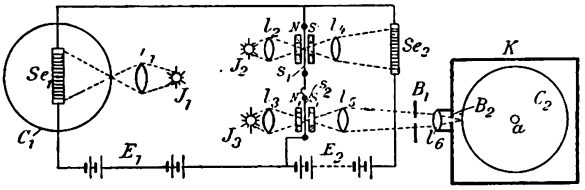


Fig. 4.

Det ses, at Forbindelsen mellem Afsender og Modtager danner et Kredsløb, i hvilket der findes to Batterier, E_1 og E_2, og to Selenceller Se_1 og Se_2. Et Punkt mellem de to Selenceller og et Punkt mellem de to Batterier er forbundne ved en Bro, der indeholder de to Traadgalvanometre. Lyset fra de to Nernstlamper I_2 og I_3 falder paa de to Elektromagneter NS og N_1S_1. men er afblændet ved Aluminiumbladene. Er Selencellen Se_1 i Mørke, skal Se_2 ogsaa være det, og der maa da ingen Strøm gaa i Broen. Belyses Se_1, vil ogsaa Se_2 blive belyst, og det kan indrettes saaledes, at de skadelige Eftervirkninger tilnærmelsesvis kompenserer hinanden, medens Udslaget paa Traadgalvanometret bliver proportionalt med Belysningen, som falder paa Se_1*) Af Fig. 4 ses endvidere, hvorledes Lyset, som slipper forbi Aluminiumbladet, samles af l_5 og l_6 paa Modtagertromlen, hvor Billedet dannes.

*) Phys. Zeitschrift 8, pag. 19.

Digitized by Google

Guld og Sølv*).

Probering og Affinering.

Af

H. C. Nielsen.

Den Folkeyndest, Metallerne Guld og Sølv har nydt i en stor Del af den blot nogenlunde civiliserede Menneskeheds Historie, er langt fra at bunde i et tilfældigt Modelune — dertil har den ogsaa varet altfor længe — den er tværtimod en ganske naturlig Følge af disse Metallers Egenskaber.

Baade Guld og Sølv har en smuk Farve og Glans, og deres Bestandighed overfor de forskellige Stoffer, som findes i Atmosfæren, bevirker, at disse Metaller har en udpræget Evne til at bevare Overfladens Skønhed; de ilter sig ikke som Tin, Zink og Bly, ruster ikke som Jern (Hydroxyddannelse), irrer ikke som Kobber (basisk Karbonat). De er meget lette at bearbejde paa Grund af deres store Smidighed, og denne Egenskab i Forbindelse med deres hyppige Forekomst i gedigen Tilstand har givet Anledning til en udstrakt Anvendelse allerede paa et tidligt Stadium af Menneskehedens Kultur.

Den vigtigste Brug, der er gjort af Guld og Sølv, er Anvendelsen til Penge; disse to Metaller har i lange Tider været de vigtigste Værdimaalere, og Guldet har, som bekendt, endnu denne meget store Betydning. Netop paa Grund af den Efterstræbelse, disse to kostbare Metaller i den Anledning har været udsat for, har det fra første Færd været af overordentlig Vigtighed saavel at kunne fremstille dem i nogenlunde ren Tilstand, som at være i Stand til at afgøre, i hvilken Grad en foreliggende Guld- eller Sølvklump er forurenet ved Indblanding af fremmede uædle Metaller.

Det er ganske mærkeligt, at man saa tidligt er kommet paa et rigtigt Spor med Hensyn til formaalstjenlige Metoder til Rensning og Bestemmelse af Guld og Sølv. Allerede i de allerførste

*) Foredrag holdt i kemisk Forening 12. December 1906.

Digitized by Google

Aarhundreder efter Chr. F. er der til Rensning af Guld og Sølv brugt den saakaldte Kupellation, en Fremgangsmaade, som den Dag i Dag anvendes baade i det store og smaa: i Sølvværker, Affineringsanstalter og Laboratorier. Hvis man sammensmelter urent Guld eller Sølv med Bly og opheder den smeltede Legering til lys Glødhede under Luftens Adgang, vil det smeltede Metal hurtig dækkes af et Lag smeltet Blyilte; indretter man det nu saaledes, at den flydende Slagge fjærnes, efterhaanden som den dannes, og lader man en livlig Luftstrøm stadig stryge hen over det smeltede Metal, vil ikke alene Blyet, men ogsaa de andre tilstedeværende uædle Metaller iltes og altsaa fjærnes som smeltet Slagge, som bliver ved at løbe fra, indtil man har det rene, ædle Metal tilbage; deri bestaar Afdrivnings- eller Kupellationsprocessen.

Denne Metode er som nævnt meget gammel og kan bruges med godt Resultat baade til Rensning og til Bestemmelse, naar der kun er et af de to ædle Metaller tilstede; er den foreliggende Legering derimod baade guld- og sølvholdig, faar man vel Guldet og Sølvet befriet for Forureningerne, men der maa anvendes særlige Metoder til at skille de to ædle Metaller fra hinanden; denne Adskillelse kunde man ikke iværksætte i Oldtiden. Da *Archimedes* skulde afgøre, hvor meget Guld, der var i Kong *Hieros* Krone, foretog han ikke denne Bestemmelse ad kemisk Vej ved at skille Guldet fra Sølvet; han brugte som bekendt Legeringens Vægtfylde til at afgøre, at Guldet var forfalsket ved Sølvindblanding.

Det har dog ikke varet længe efter *Archimedes'* Tid, inden man kom efter, at Guldet kunde befries for et Sølvindhold ved Smeltning med forskellige Stoffer, men disse Fremgangsmaader har vistnok ikke været meget kendt, ligesom de er baade vanskelige og langvarige.

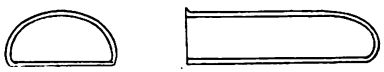
Først i det 13de Aarhundrede (eller maaske noget tidligere) opdagedes det, at man ved Hjælp af kogende Salpetersyre fuldstændigt kunde fjærne Sølvet af en Sølv-Guldlegering, naar denne var tilstrækkeligt sølvholdig; man mente i lang Tid, at der i det mindste skulde være 4 Gange saa meget Sølv som Guld, for at alt Sølvet skulde opløses i Salpetersyren; naar der var mindre Sølv tilstede, maatte man derfor tilsætte saa meget rent Sølv, at der tilvejebragtes dette Forhold mellem de to Metaller (deraf Navnet Kvartationssølv). Senere blev man klar over, at „Skedevandet"

Digitized by Google

kunde skille Sølvet fuldstændigt fra, naar der blot var dobbelt saa meget Sølv som Guld i Legeringen.

Afdrivningsmetoden var indtil 1832 den eneste, der benyttedes i Hytte- og Møntlaboratorier til Bestemmelse af saavel Guld som Sølv, og endnu den Dag i Dag bestaar den almindeligst anvendte Guldbestemmelse i Blanding med Kvartationssølv, Afdrivning med Bly og „Fraskedning" af Sølvet.

Saaledes som denne Guldprøve nu har udviklet sig efter mange Undersøgelser af forskellige Analytikere *(Kandelhardt)*, udføres den paa følgende Maade: Af den foreliggende Guldlegering indvejes saa nøjagtigt som muligt 2 Prøver hver paa 250 milligram (hvis Legeringen er meget guldfattig, maa man naturligvis tage mere i Arbejde), og til hver af disse Prøver afvejer man ca. $2^1/_2$ Gang saa meget rent Sølv, som der efter en foreløbig Undersøgelse — f. Eks. en Vægtfyldebestemmelse — antages at være Guld i Legeringen; Sølvportionerne pakker man enkeltvis og hver sammen med sin Guldprøve ind i Silkepapir, og en saadan lille Papirspakke anbringes i en lille porøs Digel — Kupellen — som i den glødende Muffelovn staar med (4 à 7 Gram) smeltet Bly. Muffelen er af Chamotte og har Form som hosstaaende Tegning viser; den er

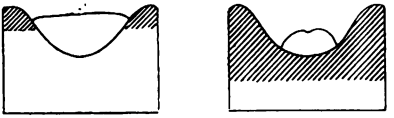


Tværsnit. Længdesnit.
$^1/_{10}$ naturlig Størrelse.

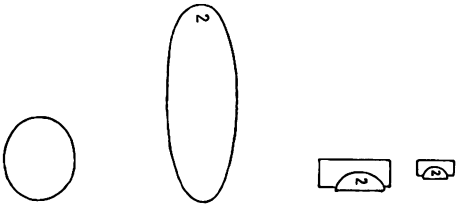
anbragt i en Gasovn og opvarmes til paa det nærmeste 1060°; der kan samtidig være mange (f. Eks. 30) Kupeller i Muffelen. Efter at de smaa Papirspakker er sat paa Kupellerne, lukker man et Øjeblik for Muffelaabningen ved Hjælp af et Jernlaag, for at Temperaturen af Kupellernes Indhold ikke skal synke; naar man lidt efter flytter Jernlaaget til Side, ser man, at Papiret er bortbrændt, Pakkernes Metalindhold har legeret sig med Kupellernes Bly, og Afdrivningen er i fuld Gang; man stiller nu Jernlaaget saaledes, at en jævn Luftstrøm gaar ind i Muffelen, stryger hen over Kupellerne, passerer tilbage langs Muffelhvælvingens øverste Del for at komme ud under en Hætte, der staar i Forbindelse med en kraftigt trækkende Skorsten; det er nødvendigt at forebygge, at den udtrædende Luft kommer ud i Laboratoriet, da den indeholder

Digitized by Google

giftige, blyholdige Dampe. Under Afdrivningen danner der sig stadig Perler af smeltet Blyilte paa Metaloverfladen, og saa snart et saadant „Øje" opstaar, glider det ud mod Periferien, hvor det opsuges af den porøse Kupelvæg (Kupellerne bestaar for Størstedelen af Benaske); efterhaanden som Processen skrider frem, og Legeringen bliver rigere paa ædelt Metal, bliver Blyilteperlerne færre og større, og Metaloverfladen stiller sig mere hvælvet. Tilsidst, naar der kun er ganske lidt uædelt Metal tilbage, dannes der ikke mere noget „Øje", men Metaloverfladen dækkes af en tynd Blyiltehinde, som er meget urolig og spiller i Regnbuens



Snit gennem en Kupel
ved Afdr. Begyndelse; efter endt Afdr.. størknet Perle.
Det skraverede er indsuget Slagge.



Udhamret Plade. Udvalset Blikstrimmel. Rulle før Skedning. Rulle eft. Skdn

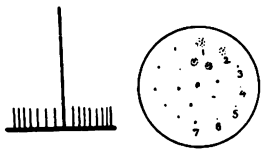
Alle Figurerne naturlig Størrelse.

Farver som en Sæbeboble, lige førend den brister; denne Hinde varer kun kort, og fra det Øjeblik den forsvinder, lyser den smeltede Metalperle, som nu kun bestaar af ædelt Metal, med et klart Lys uden nogensomhelst Uro paa Overfladen (Sølvets Blikning). Processen er nu færdig, og Kupellen tages ud af Ovnen; den størknede Metalklump tages op af Kupellen ved en Tang og børstes paa Undersiden ren for Kupelmasse. Perlen vejes paa en analytisk Vægt og bankes derefter med en Hammer ud paa en Ambolt til en lille Plade, der glødes svagt, hvorefter den udvalses til en lille Blikstrimmel, som atter underkastes en kort Glødning, førend

Digitized by Google

den stemples med et Nummer og rulles sammen til en lille Rulle; den Sølv-Guldlegering, hvoraf Perlen bestaar, er meget smidig, men ved den mekaniske Behandling — Udhamringen og Valsningen — bliver Metallet stift og skørt og maa derfor glødes for at genvinde sin Smidighed.

Af de smaa Ruller fjærnes nu Sølvet ved en i Reglen brudt Skedning, idet de først behandles med kogende Salpetersyre af Vægtfylde 1,2, og naar der ikke opløses mere i denne Syre, frahældes den, Rullerne vadskes med Vand og anbringes derefter i kogende Salpetersyre, af Vf. 1,3, som opløser den sidste Rest af Sølvet, saaledes at kun Guldet bliver tilbage. Denne Syrebehandling kan enten foregaa i Glaskolber, hvori Rullerne ganske simpelt lægges paa Bunden (man kan godt samtidig anbringe flere Ruller i en Kolbe), eller i Platinapparater. Et ganske praktisk Apparat til at anbringe Rullerne under Skedningen, bestaar af en rund Platinblikplade, hvorpaa der som Pigge staar en eller flere Krese af Platintraadstykker; om hver af disse Pigge kan en Rulle anbringes, og det hele sænkes ned i en vidhalset Kolbe med Salpetersyre; da der i Platinpladen er stemplet et Nummer ved Foden af hver Pig, slipper man for at nummerere Rullerne; endvidere kan de færdigskedede Ruller uden at flyttes fra deres Plads paa Piggene, tørres og glødes. Naar nemlig Skedningen er færdig, og Rullen altsaa kun bestaar af Guld, er dette Guld mat og svampet, Rullen som Følge deraf skør — man kan ikke tage paa den med en Pincet; men ved Glødning (efter en forsigtig Tørring) bliver Rullens Volumen formindsket til $^1/_3$ af det oprindelige, Guldet sintrer sammen og bliver metalblankt. Er Skedningen foregaaet, ved at Rullerne har ligget paa Bunden af en Kolbe, maa de porøse Guldruller forsigtigt bringes i en lille Lerdigel, hvor man maa passe, at Rullerne ikke berører hinanden; deri foregaar Tørringen og Glødningen.



De glødede Guldruller er saa faste, at man ikke behøver at omgaas dem med nogen synderlig Forsigtighed, man kan uden Fare tage dem med Pincet. Naar Vægten af Rullerne er bestemt, er Guldanalysen færdig. Denne Guldbestemmelse er hurtig at udføre og — mærkværdigt nok — meget nøjagtig; den har endvidere

Digitized by Google

den Fordel, at man selv med temmelig stor Sikkerhed kan afgøre, om Resultaterne er rigtige. For det første skal selvfølgelig de to Guldruller af samme Prøve veje aldeles ens, men selv om dette er Tilfældet, kunde der være begaaet en Fejl, som virkede ens paa begge Ruller; hvis Temperaturen f. Eks. havde været for høj under Afdrivningen, vilde en lille Smule Guld være gaaet tabt men lige meget af de to Kupellers Indhold; Rullerne vilde veje ens, men begge være for lette, og Resultatet af Bestemmelsen blev for lavt. Saadanne Fejl kan man sikre sig mod at overse ved foruden Guldprøverne at afveje en eller to Portioner kemisk rent Guld og behandle disse paa samme Maade som Prøverne: blande med Kvartationssølv, afdrive (samtidig med Prøverne) og skede; de Kontrolruller, man derved faar, viser ved deres Vægt, om Analyserne er udført paa rigtig Maade.

Som nævnt er Resultaterne, man opnaar, meget nøjagtige; gaar man frem under Iagttagelse af alle Forsigtighedsregler, og navnlig hvis man har et fint Pyrometer, som viser Temperaturen i Muffelen, kan man naa en Nøjagtighed af 0,02 Promille; ved mere jævn Fremgangsmaade (uden Temperaturmaaler) kan man i hvert Fald naa at faa Fejlen under 0,2 Promille. Guldrullerne bestaar ikke af kemisk rent Guld, de indeholder omtrent 1,2 ‰ Sølv, men ved Afdrivningen gaar der paa det nærmeste den samme Mængde Guld tabt, saaledes at de to Fejl hæver hinanden. Man skulde synes, at der ved Skedningen let kunde gaa Guld tabt af den porøse, skøre Rulle, som ligger i den kogende Syre; der gaar sikkert ogsaa en Smule Guld løs, men det er under normale Forhold saa lidt, at det ikke kan vejes; man maa altid passe, at den lille udvalsede Strimmel, hvoraf Rullen fremstilles, er ganske hel i Randen, thi hvis Kanten er fuld af Sprækker, kan Skedningstabet blive for stort.

Der er nogle ganske enkelte Metaller, som kan virke noget forstyrrende paa Guldprøven, det er Platin og Platinmetallerne. Platinet selv gaar naturligvis ikke bort ved Afdrivningen, men bliver i den ædle Metalperle og indeholdes altsaa i den lille sammenrullede Blikstrimmel, der skal skedes; hvis nu Platinet fuldstændigt afholdt sig fra Opløsning i Salpetersyren, vilde man efter Skedningen have en Rulle, som indeholdt den samlede Guld- og Platinmængde, og ved at opløse Rullen i Kongevand og deraf

Digitized by Google

udfælde og bestemme Platinet (f. Eks. som Kaliumplatinklorid) havde man baade Guldet og Platinet bestemt; men det er saa uheldigt, at en Del Platin gaar i Opløsning sammen med Sølvet (det er en ringe, ikke nøje fastslaaet Platinmængde, der opløses); man maa derfor, hvis der er nogen Fare for Platin, straks veje 8 Gange saa meget fint Sølv af, som man mener, der er Guld, og efter Afdrivning og Formning til Rulle, kan man straks skede med den stærkeste Salpetersyre, man faar da Guldet som et Pulver, der efter Vadskning glødes og vejes; for at faa at vide, om Guldet er frit for Platin, maa man endnu en Gang blande med Kvartationssølv, afdrive osv.; hvis det udkomne Guld har samme Vægt som før, var det platinfrit; hvis Vægten er noget lavere, maa man igen afdrive osv. indtil konstant Vægt.

Osmium gaar bort ved Afdrivningen; Palladium opløses ved Skedningen; 102 Dele Palladium og 1250 Dele Sølv opløser sig i Salpetersyre, der skulde derfor være mere Palladium end 20 % af Guldindholdet, for at der skulde blive noget Palladium i Rullen efter Skedningen. Hvis der er Palladium, vil Skedesyren farves, og man kan let sikre sig, at Rullen er rent Guld ved at veje nyt Kvartationssølv ind, afdrive osv.; den derved vundne Rulle skal da have samme Vægt.

Iridium og Rhodium giver for høje Guldresultater, og det hjælper intet at afdrive en Gang til, thi man faar konstant Vægt paa Rullerne; man kan se Kornene af disse Metaller sidde i Guldrullen, og hvis man behandler med Kongevand, gaar kun Guldet i Opløsning, medens Kornene af de to nævnte Metaller bliver tilbage.

Medens Afdrivningen, som nævnt, giver et nøjagtigt Resultat med Hensyn til Bestemmelse af Guld, egner den sig ikke i samme Grad til Sølvbestemmelse; Afdrivningstabet er nemlig for Sølvets Vedkommende temmelig stort og ret variabelt; Nøjagtigheden bliver derfor ikke nær saa stor som ved Guldbestemmelsen. Indtil 1832 var Afdrivningsmetoden den eneste praktisk anvendte Sølvbestemmelsesmaade, fordi man ikke havde nogen bedre; den udførtes simpelthen ved at afveje en vis Mængde af den til Undersøgelse foreliggende Legering, afdrive i Kupel med Bly, veje den udkomne Perle som rent Sølv og dertil lægge det sandsynlige Afdrivningstab.

I 1832 offentliggjorde *Gay-Lussac* sin bekendte Titrerings-

Digitized by Google

metode, som den Dag i Dag er den almindeligst anvendte i Laboratorier, hvor mange Sølvanalyser udføres. Metoden bestaar i at opløse en afvejet Del af den foreliggende Legering i Salpetersyre og af denne Opløsning udfælde Sølvet som Klorsølv ved Hjælp af en Kogsaltopløsning af nøje kendt Styrke; om Sølvet er fuldstændigt udfældet eller ikke, ses af, hvorledes den over det bundfældede Klorsølv staaende klare Vædske forholder sig overfor tilsatte Smaaportioner af svag Kogsaltopløsning og svag Sølvnitratopløsning.

Analysen udføres saaledes: Efter en foreløbig Undersøgelse (som godt kan være en Afdrivning) afvejer man saa meget af Sølvlegeringen, at man har en bestemt Mængde rent Sølv (f. Eks. 500 eller 1000 Milligram); det afvejede bringes i en Flaske med vid Hals og Glasprop; der paahældes lidt Salpetersyre og opvarmes paa Sandbad til Kogning; naar Opløsningsprocessen er færdig, afkøles, hvorefter der tilsættes en Fuldpipette Kogsaltopløsning, som nøje svarer til den anslaaede Mængde fint Sølv; er der saaledes efter Beregningen indvejet 1000 milligr. fint Sølv, bruger man en Pipette rummende 100 cm.^{3} og en Saltopløsning, hvori hver cm.^{3} fælder 10 milligr. Sølv: Glasproppen sættes derefter i Flasken, og dennes Indhold rystes kraftigt, indtil Klorsølvet har samlet sig, saaledes at Vædsken efter et Øjebliks Henstand er ganske klar. Til Resten af Titreringen bruges en Kogsaltopløsning, der er $^1/_{10}$ saa stærk som Pipettens (hver cm.^{3} = 1 mgr. Sølv), og en Sølvnitratopløsning, som i Styrke nøjagtigt svarer til denne Kogsaltopløsning, altsaa i hver cm.^{3} indeholder 1 mgr. Sølv. Om alt Sølvet er fældet, prøver man efter den omtalte Rystning og Klaring ved at lade en ringe Mængde — et Par Tiendedele cm.^{3} — af den svage Saltopløsning løbe langsomt ned langs Flaskevæggen og brede sig ud paa Vædskens Overflade; hvis der er mere Sølv i Vædsken, bliver denne mælket (af udfældet Klorsølv) overalt, hvor den kommer i Berøring med Saltopløsningen; naar en saadan stærk Uklarhed fremkommer, véd man derfor, at der endnu ikke er anvendt en tilstrækkelig Mængde Salt; man sætter derfor f. Eks. 1 cm.^{3} af den svage Saltopløsning til, ryster til Vædsken bliver klar, prøver igen med lidt Salt osv. Hvis man ved den første Prøve med den svage Saltopløsning slet ingen Uklarhed faar, er der Overskud af Salt, og man maa da titrere tilbage med den svage Sølvopløsning.

Digitized by Google

Man skulde vente, at der var et Punkt, hvor alt Sølv var fældet som Sølvklorid med netop den nøjagtige Mængde Salt, saaledes at Vædsken foruden fri Salpetersyre kun indeholdt Natriumnitrat og Nitrater af andre i Legeringen tilstedeværende Metaller (Kobber); dette Punkt vilde da være nemt at finde, thi Vædsken vilde, naar det var naaet, vedblive at være klar, enten man tilsatte Salt- eller Sølvopløsning. Men et saadant Punkt gives ikke. Naar der nemlig er tilsat nøjagtigt saa meget Salt, som fordres til Fuldbyrdelse af Processen

$$AgNO_3 + NaCl = AgCl + NaNO_3,$$

vil ikke hele Sølvmængden være udfældet som Sølvklorid, en ubetydelig Smule af Sølvkloridet vil være opløst i den natriumnitratholdige Vædske, og denne svage Opløsning bliver forstyrret i sin Ligevægt, baade hvis man tilsætter lidt svag Saltopløsning og ved Tilsætning af lidt Sølvnitrat; begge Reagenser giver en yderst ubetydelig Uklarhed af udskilt Klorsølv. Ved Titreringen maa man derfor søge det neutrale Punkt, hvor den over Klorsølvet staaende klare Vædske giver lige svag Uklarhed med Salt- og med Sølvnitratopløsningen.

Naar man til en færdigtitreret Analyse, hvor det neutrale Punkt er naaet, sætter $^1/_2$ cm.^{3} af den svage Saltopløsning og ryster til Klarhed, vil man endnu med lidt Saltopløsning faa en Uklarhed, men langt svagere, end ved det neutrale Punkt; derimod vil man selvfølgeligt med Sølvopløsningen faa en betydeligt stærkere Reaktion. Man vil saaledes paa et Omraade, der strækker sig lige langt til begge Sider fra det neutrale Punkt, faa Reaktion med begge Titrervædskerne, men kun i selve Punktet er de to Reaktioner lige store. Hvor stort dette Omraade er, kommer noget an paa Temperaturen (jo lavere, jo mindre Omraade) og paa, hvor længe man efter Tilsætning af lidt Opløsning venter paa Reaktionens Fremkomst, thi selv om der ingen Uklarhed er kommet efter 5 Minutters Forløb, kan der godt være en svag Sky et Kvarter efter. Grænsen for, hvornaar der er tilsat saa meget Salt, at den næste Draabe Opløsning ingen Virkning giver, er med andre Ord langt fra at være skarp, det er derfor meget uheldigt at bruge denne Grænse som Maal for Titreringen, thi for det første er det langt vanskeligere at afgøre, naar man er færdig, og dernæst vil man aldrig selv med nok saa stor Omhu naa til særligt nøjagtige Resultater.

Digitized by Google

Ved at benytte det neutrale Punkt til at indicere Titreringens Slutning, kan man ved almindelig omhyggelig Fremgangsmaade naa en Sikkerhed af $^1/_4$ ‰, hvad der jo i Reglen vil være tilstrækkeligt.

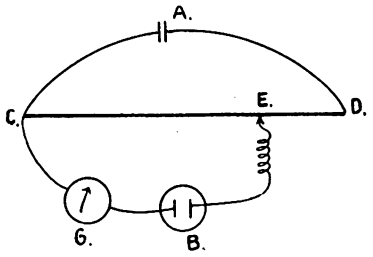
Gay-Lussac's Metode er dog ikke den bedste praktiske Sølvbestemmelsesmaade, den har i hvert Fald af *Stass* faaet en Modifikation, som gør, at man kan opnaa endnu langt nøjagtigere Resultater. *Stass*'s Metode offentliggjordes 1868 og bestaar i en Titrering som *Gay-Lussac*'s, kun at der i Stedet for Natriumklorid anvendes Brombrintesyre; derved undgaas den dobbelte Reaktion, og man kan nøjagtigt se, naar alt Sølv er fældet som Bromsølv; den næste Draabe svage Brombrintevand giver ingen Uklarhed. Ved denne Metode er der en Fordel, som man i Almindelighed er tilbøjelig til at overse. Naar der ikke fordres nogen særligt stor Nøjagtighed, holder man sig i Reglen til Natriumkloridtitreringen, blandt andet fordi dette Salt er langt billigere end Brombrintesyren; det skal ogsaa villigt indrømmes, at man i Laboratorier, hvor der udføres store Mængder Sølvbestemmelser, staar sig ved at anvende *Gay-Lussac*'s Metode; men selv ved saadanne Analyser, hvor det ikke drejer sig om en meget yderlig Nøjagtighed, kunde det dog i adskillige Tilfælde være heldigt at anvende en Metode, hvorved man kan opnaa den samme Nøjagtighed uden at tage saa meget i Arbejde; det er sikkert intet sjældent Tilfælde, at der kan ønskes en Sølvbestemmelse af en Genstand, hvoraf det er vanskeligt at komme til at tage den til en *Gay-Lussac*'sk Titrering fornødne Mængde Legering, i saadanne Tilfælde maatte det spille en Rolle at kunne gøre en tilstrækkelig nøjagtig Bestemmelse ved Hjælp af en ringe Mængde Metal.

Man har ved Brombrintesyretitreringen opnaaet Nøjagtighed af 0,01 Promille; i Almindelighed kan man sige, at 0,1 ‰'s Nøjagtighed kan naas, og det er jo i Reglen fuldt tilstrækkeligt.

En ganske ejendommelig Form for Brombrintesyretitreringen er den af Dr. *M. Drapier* (Kemiker ved Mønten i Bruxelles) foreslaaede, hvorved Titreringens Fuldendelse ses ved et elektrisk Maaleapparat; anbringer man en Sølvplade og en Platinplade i en Sølvnitratopløsning, faar man et galvanisk Element, hvis elektromotoriske Kraft varierer med Vædskens Sammensætning, idet den stiger, efterhaanden som man ved Brombrintesyre udfælder Sølvet;

Digitized by Google

Variationen er meget karakteristisk, thi Udfældningen af den sidste ringe Mængde Sølv (ved Hjælp af f. Eks. 0,1 cm.^{3} svag Brombrintesyreopløsning) bevirker en meget stærk Stigning i den elektromotoriske Kraft, medens den næste Tilsætning kun bevirker en ringe Forskel. Anordningen ved Mr. *Drapier's* Apparat er vist skematisk paa nedenstaaende Figur: *A* er en konstant Strømgiver, *B* det Element, man danner af Sølv- og Platinpladen i Nitratopløsningen: *CD* er en inddelt kalibreret Traad, hvorpaa Glidekontakten *E* kan bevæge sig, *G* er et indskudt Galvanometer. Hver Gang man under Titreringen har tilsat noget Brombrintesyre, flytter man *E*, til Galvanometret intet Udslag giver; saaledes kan man stadig maale den elektromotoriske Kraft af *B*, thi den er (naar *G* staar paa 0) = Spændingsforskellen mellem *C* og det Punkt, hvor *E* staar.



Metoden er ikke fuldt udarbejdet endnu; Mr. *Drapier* er ved at undersøge, hvilken Indflydelse andre Metallers Tilstedeværelse har paa Titreringens Nøjagtighed.

De hidtil omtalte Metoder drejer sig om Bestemmelse af Guld og Sølv i Legeringer; det er ganske vist de hyppigst forefaldende Analyser, men der kan ogsaa forekomme andre Opgaver, f. Eks. at bestemme den ædle Metalmængde i Materialer, som kun indeholder en meget ringe Mængde Guld og Sølv. Den Aske, der bliver tilbage efter Brændsel, som har ophedet Smeltedigler for ædelt Metal, vil have et ganske ringe Indhold deraf; dette ædle Metal vil være ganske fint fordelt, naar Asken efter at være pulveriseret er sigtet fra de enkelte Metaldraaber; denne sigtede Aske kaldes for Fattigkrets, og Sølv- og Guldbestemmelsen foregaar ved at en afvejet Mængde (10 eller 20 gr.) af Kretsen blandes med Blyilte, et Reduktionsmiddel og Flusmidler, hvorefter det hele

Digitized by Google

smeltes i en lille tildækket, hessisk Digel; naar Diglen efter Afkøling sønderslaas, vil der paa Bunden ligge en sammensmeltet Klump Bly, som indeholder det i Askemængde tilstedeværende ædle Metal. Blyklumpen afdrives i Muffelovnen, og den derved udkomne Metalperle vejes. Sølvet opløses i Salpetersyre, hvorved den oftest meget ringe Mængde Guld bliver tilbage i Pulverform; Guldpulveret vadskes, tørres og vejes. I Almindelighed er det kun ganske faa Promille Sølv (og kun en Brøkdel Promille Guld), der findes i saadan Krets, og det kunde synes tvivlsomt, om det var rentabelt at udvinde Sølvet af Kretsen. Det lader sig dog udmærket gøre, idet Kretsen bruges som Tilslag i de Højovne, hvor ristet sølvholdig Blymalm nedsmeltes (reduceres) til Værkbly; det ædle Metal gaar i Værkblyet, medens Kretsens øvrige Bestanddele blander sig i Slaggen. Sølvet udvindes af Værkblyet, ved at dette paa forskellige Maader (Krystallisation: Zinktilsætning) skilles i en sølvrigere og en meget sølvfattig Del, hvorefter det sølvrige Bly afdrives (i Flammeovn), indtil alt Blyet er bortiltet.

Man ser, hvilken Rolle Afdrivningsprocessen stadigt spiller; den Metode, som allerede de gamle Føniciere anvendte til Rensning af Sølv.

I de saakaldte Affineringsanstalter, hvor Fremstilling af fint Guld og fint Sølv foregaar i stor Stil, er en Sammensmeltning med Bly og efterfølgende Afdrivning den første Behandling, Raamaterialet underkastes; dette Raamateriale bestaar af Guld- og Sølvaffald af enhver Art. De fabrikmæssige Afdrivninger fortsættes ikke saa langt som ved Analyserne, Sølvtabet under den sidste Del af Processen vilde blive altfor uforholdsmæssig stort; det Metal, man faar som Afdrivningsrest, indeholder derfor lidt Bly og Kobber. Dette altsaa ikke fuldstændigt rene ædle Metal udstøbes til smaa Plader, som i den ene Ende er formede som Kroge, saaledes at Pladerne let og hurtigt kan ophænges paa en Stang; de anbringes nemlig som Anode i et stort elektrolytisk Batteri, hvor Katoden bestaar af en stor Plade af fint Sølvblik, og Elektrolyten er en salpetersur Opløsning af Sølvnitrat. Paa Katodeblikket udfældes Sølvet i Krystaller, som meget hurtig i Form af lange Naale vokser ud i Vædsken; der vilde snart dannes Kortslutning til Anodepladerne, hvis ikke Krystalnaalene stadig blev fjærnede ved automatisk frem- og tilbageløbende Afstrygere (af Træ), som tillige besørger en god

Digitized by Google

Omrøring i Vædsken. Sølvkrystallerne slaas derved af og samler sig paa Bunden af Batteriet. Anodepladerne er omgivne af Musselin, hvori Anodeslammet opfanges; naar den Del af en Anodeplade, som rager ned i Vædsken, er fortæret, fjærnes den øverste Rest med Krogen, og en ny Plade ophænges i Stedet. Det er en kraftig Strøm, der anvendes; én Fabrik kan bruge ca. 120,000 Ampère-Timer om Dagen alene til Sølvaffineringen. Sølvkrystallernes Gehalt er 998—1000 ‰; de sammensmeltes og granuleres eller støbes i Barrer. Det er afpasset saaledes, at Anodeslammet bestaar af ca. 250 % Guld, Resten hovedsageligt Sølv; dette Slam behandles i store Glasbeholdere med kogende Salpetersyre, og Guldpulveret, der bliver til Rest efter denne Skedning, sammensmeltes og udstøbes til Plader, der ophænges som Anoder i et elektrolytisk Batteri med smaa Strimler fint Guldblik som Katode og med Aurikloridopløsning som Elektrolyt. Guldet, som udskilles paa Katodestrimlerne, er vel krystallinsk, men Krystallerne er meget smaa og tætsiddende, saa at de danner en fuldstændigt kompakt Masse; her sker ingen naaleformede Udblomstringer, men Blikstrimlen vokser i Tykkelse, efterhaanden som Processen skrider frem. Naar en Katodestrimmel er blevet passende tyk, fjærnes den, og et nyt Stykke Guldblik anbringes i Stedet; de optagne Katoder udvalses til Stænger eller sammensmeltes og udstøbes til Smaabarrer; Gehalten er 999—1000 ‰; da Udfældningen her skal foregaa langsommere, er Strømmen ikke nær saa kraftig som ved Sølvaffineringen; Anodeslammet bestaar hovedsageligt af Sølvklorid.

Saaledes er Affineringsanstalternes Arbejdsmaade i Hovedtrækkene, men der er en utallig Masse Enkeltheder, som man her ikke skal komme ind paa. Foruden Guld og Sølv fremstiller disse Fabriker i Reglen en Mængde Præparater, navnlig Helvedessten, Platin- og Palladiumsalte. En Del af Platinet og hele Mængden Palladium opløser sig ved Skedningen af Anodeslammet efter Sølvaffineringen, men en Del af Platinet bliver i Guldpulveret; Elektrolyten ved Guldaffineringen bliver derfor efterhaanden rigere paa Platinklorid.

Digitized by Google

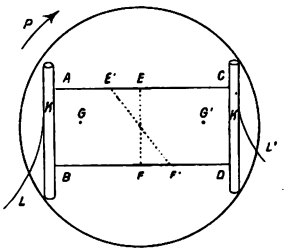
Oversigt over de galvanomagnetiske og de thermomagnetiske Fænomener.

Af

N. Sørensen.

Indledning.

Cirklen forestilller den ene Polflade af en Elektromagnet, Pilen P Retningen af de Strømme, der omkredser den. $ABCD$ er en meget tynd Metalplade, hvortil der er loddet et Par Kobberrør KK. Ved Hjælp af Ledningstraadene L og L' kan en elektrisk Strøm ledes gennem Pladen. Strømlinierne er da parallele med AC. E og F er to Punkter med samme Spænding og Temperatur, naar Feltet ikke er fremkaldt. Er nu Pladen anbragt isoleret mellem de to Poler paa Elektromagneten, som Tegningen angiver, og fremkaldes Feltet, vil Kraftlinierne være vinkelret paa Pladen og rettede mod Papiret. I Feltet vil E og F vise en Spændingsforskel; dette blev opdaget af *Hall* 1879. Dernæst vil E og F vise en Temperaturforskel, hvilket blev opdaget af *Ettingshausen* 1887. G og G' er 2 Punkter paa en Strømlinie. Magnetfeltet vil bevirke, at de 2 Punkters Spændingsforskel ændres, Feltet frembringer altsaa en Spændingsforskel mellem dem, der kan opfattes som hidrørende fra en Ændring af den elektriske Modstand mellem dem; dette blev opdaget af *W. Thomson* 1856. Desuden vil Magnetfeltet fremkalde en Temperaturforskel mellem dem, hvilket blev paavist af *Nernst* 1887.



Disse 4 Effekter kaldes galvanomagnetiske. Der er altsaa 2 transversale og 2 analoge longitudinale.

Den elektriske Strøm erstattes nu af Varmestrøm. Sendes varmt Vand eller Damp gennem Kobberrøret ved AB, koldt Vand gennem det andet, vil der gaa en konstant Varmestrøm gennem Pladen, naar begge Vandstrømme har konstant Temperatur. An-

Digitized by Google

bringes Pladen nu i et Magnetfelt som før, vil der optræde 4 analoge Effekter. Mellem E og F, der udenfor Feltet ligger paa en Isotherme, vil der være en Temperaturforskel; dette blev opdaget af *Leduc* 1887. Dernæst vil der være en elektrisk Spændingsforskel mellem dem, hvilket blev opdaget 1886 af *Ettingshausen* og *Nernst*. Mellem G og G' vil der ligeledes være en Spændingsforskel, der blev opdaget af de samme to Fysikere, samt en ved Magnetfeltet fremkaldt Temperaturforskel, der kan opfattes som hidrørende fra en af Magnetfeltet fremkaldt Ændring i den thermiske Ledningsevne, og som først blev paavist af *Maggi* 1850.

De fire sidste Effekter kaldes thermomagnetiske.

Vismut er det eneste Metal, hvori man hidtil har kunnet maale alle 8 Effekter. De longitudinale Effekter er hos alle andre undersøgte Metaller ret svage, saa kun 1, højst 2 af dem er blevet paavist hos det samme Metal. De er tillige proportionale med Kvadratet paa Feltstyrken og ændres derfor ikke, naar Feltet vendes. De transversale Effekter er proportionale med den primære Strøm og med Feltstyrken og skifter derfor Retning, naar Feltet vendes. Feltstyrken betegnes i det Følgende med H og er givet i absolut (C. G. S.) Maal.

Disse Fænomener har i de sidste 30 Aar beskæftiget mange Fysikere, fordi de viser en mærkelig Vekselvirken mellem magnetiske, elektriske og thermiske Kræfter. Særlig mærkelig er den fuldstændige Analogi mellem de Fænomener, som en elektrisk Strøm og en Varmestrøm viser i et Magnetfelt; navnlig bør det fremhæves, at den elektriske Strøm er ledsaget af thermiske Forskydninger og omvendt. Man forstod indtil for faa Aar siden ikke at sammenfatte disse Fænomener under ét Synspunkt, de stod mere som isolerede end som beslægtede Fænomener; man kunde ikke finde et fælles Forklaringsgrundlag. I den nyere Tid har man i Elektronteorien fundet en Hypotese, der ikke alene synes at kunne forklare alle de nævnte Fænomener ud fra visse simple Grundantagelser, men ogsaa en Mængde andre beslægtede, saasom Peltier-Thomsons Effekt, Thermoelektricitet, Afvigelserne fra Wiedemann-Franz' Lov om det konstante Forhold mellem Varmeledningsevne og elektrisk Ledningsevne osv. Det er især *Drude*, der har anvendt Elektronteorien til Forklaring af alt dette. Hans teoretiske Værdier for Effekternes numeriske Størrelse stemmer ganske vist

Digitized by Google

ikke særlig godt med de foreliggende Forsøgsresultater, men endnu er de sidste for vekslende til, at denne Uoverensstemmelse kan fælde Teorien. Sin største Betydning har Teorien foreløbig deri, at den har bragt Sammenhæng mellem Metallernes thermiske og elektriske Forhold, og skulde den, naar den udvikles videre, ikke formaa at forklare de her omhandlede Fænomener, vil der være al Grund til at nære Betænkeligheder ved at anvende den paa andre Forhold, men alt tyder som sagt paa, at den vil magte Opgaven, og at man ved at anvende den paa disse Fænomener kan naa til en klarere og mere sikker Opfattelse af forskellige tvivlsomme Spørgsmaal angaaende selve Teorien f. Eks. hvorvidt ogsaa de positive Metalelektroner er bevægelige, hvad flere Fysikere som *Lorentz* er tilbøjelige til at nægte.

De vigtigste Undersøgelser skal nu ganske kort omtales.

A. *Galvanomagnetiske Effekter.*

1. Den transversale Spændingsforskel (Halls Effect). *Hall* anbragte en ca. 0.002 cm. tyk Guldplade saaledes, som Fig. angiver. Den hvilede paa en Glasplade, og Enderne AB og CD var fastklemt til Messingstykker. Ved E og F havde Pladen Udløbere, saa den lignede et Kors. Han sendte nu en elektrisk Strøm gennem Guldbladet og opsøgte 2 Punkter paa Udløberne E og F, der laa paa samme eqvipotentiale Linie, og forbandt dem med et Galvanometer. Frembragtes nu Magnetfeltet, gjorde Galvanometret et stort Udslag og fik en ny Ligevægtsstilling. Derimod fik han intet Udslag, men Bladet anbragtes parallel med Kraftlinierne. Feltet havde altsaa i første Tilfælde fremkaldt en Spændingsforskel mellem E og F. Gik Hovedstrømmen fra AB til CD, medens Strømmen om Elektromagneten gik som Pilen P angiver, saa viste Udslaget, at Tværstrømmen gik gennem Bladet E til F. saa F havde faaet en større, E en mindre Spænding, og den eqvipotentiale Linie EF var følgelig drejet hen i Stillingen $E'F'$ om sit Midtpunkt. Paa samme Maade drejedes naturligvis ogsaa de andre eqvipotentiale Linier, og denne Drejning foregaar altsaa hos Guld modsat Retningen af Elektromagnetens Strømme og kaldes negativ. Vismut og Nikkel viser f. Eks. ogsaa negativ, Jern og Antimon derimod positiv Drejning. Forsvinder nu Feltet, drejes de eqvipotentiale Linier tilbage til deres oprindelige Stilling. Dog har man hos en-

Digitized by Google

kelte Metaller som Kobolt og Staal paavist en svag permanent Drejning.

Spændingsforskellen mellem F og E er givet ved Ligningen: $e = R \cdot \frac{H \cdot J}{d}$, hvor I er Hovedstrømmen, d Pladens Tykkelse og R en Størrelse, der karakteriserer de forskellige Metaller, og som kaldes Halls Koefficient. R er dog ingen konstant Størrelse. Den afhænger af H og af Pladens Temperatur samt af Pladens Forbehandling, Struktur og Form. Derfor er de forskellige Forskeres Angivelser af R's Værdi ofte meget afvigende. For at vise, hvorledes R afhænger af Temperatur og Feltstyrke, anføres nogle Værdier af *Lownds* angaaende Vismut. Værdierne er givne i absolut elektromagnetisk Maal.

H	R (T = 16°)	R (T = 79°)	R (T = 186°)
2120	− 11·8	− 9·6	+ 10·4
3500	− 11·4	− 5·9	+ 8·8
4980	− 10·3	− 3·2	+ 7·9

Man ser, at Drejningsretningen endog kan skifte Tegn med Temperaturen. For $H = 2120$, $I = 2$ Amp., $d = 0{,}01$ cm. bliver Spændingsforskellen mellem F og E 5 Millivolt. Hos de andre Metaller er Effekten langt mindre, den er i det hele størst hos de stærkest magnetiske og de stærkest diamagnetiske Stoffer, men den synes at være til Stede hos alle Metaller. — *Child* (Phys. Rew. 1904) har paavist Halleffekten i den elektriske Lysbue. 2 Kulspidser anbragtes saaledes i Lysbuen, at de havde samme Potential. Frembragtes et Magnetfelt om Buen, viste de to Kulspidser en Spændingsforskel paa indtil 1,5 Volt.

2. Den transversale Temperaturforskel. *Ettingshausen* anbragte en tynd Vismutplade, som Fig. angiver, og isolerede den thermisk fra Omgivelserne. Han sendte dernæst en elektrisk Strøm gennem Pladen og maalte Pladerandenes Temperatur ved Hjælp af et Par Thermoelementer. Laa E og F uden Magnetfelt paa en Isotherme, saa viste det sig, at E blev opvarmet, F afkølet, naar Feltet frembragtes. Effekten er meget lille undtagen hos Vismut, Antimon og Tellur; hos Vismut kan Temperaturforskellen blive et

Digitized by Google

Par Grader, naar Feltet og Strømstyrken er store, Pladens Tykkelse lille. Hos de allerfleste Metaller vil Varmetoningen blive som hos Vismut; hos Jern, men f. Eks ikke hos Nikkel, vil derimod F blive varmere, E koldere.

3 og 4. Den longitudinale Spændingsforskel er omtalt i Prof. *Christiansens* Fysik II, Side 174; den long. Temperatureffekt er selv hos Vismut yderst lille og kun lidet undersøgt.

B. *Thermomagnetiske Effekter.*

1. Den transversale Temperaturforskel (Leduc-Effekten). Da Bevægelsesligningerne for Varme og Elektricitet er ganske analoge, forudsagde bl. a. *Boltzmann* og *Goldhammer*, at man maatte vente at finde et thermisk Fænomen, der svarede til Halleffekten, altsaa at et Magnetfelt vilde frembringe en Drejning af Isothermerne. *Leduc* og *Righi* paaviste denne Drejning hos Vismut, senere er den fundet hos mange andre Metaller. Drejningen af Isothermerne sker i samme Retning som Drejningen af de eqvipotentiale Linier ved Halls Fænomen, saa F bliver varmere, E koldere hos Vismut, men omvendt for Jern og Antimon. Temperaturforholdene ved Pladeranden maales med et Thermoelement, der naturligvis maa isoleres fra Pladen. Effekten er dog ikke stor, nogle Tiendedelsgrader, naar den er størst. Den kan give Anledning til thermoelektriske Strømme mellem E og F, hvad man ved Maaling af andre Effekter maa tage i Betragtning.

2. Den transversale Spændingsforskel (Nernst-Effekten). *Nernst* satte E og F i Forbindelse med et Galvanometer saaledes, at han undgik de thermoelektriske Strømme, som omtaltes ovenfor. Fremkaldtes Feltet, gjorde Galvanometret et Udslag, og dettes Retning angav, at der i Pladen gik en elektrisk Strøm fra F til E. Magnetfeltet har altsaa fremkaldt en elektrisk Spændingsforskel mellem disse 2 Punkter, skønt der nu kun gaar en Varmestrøm gennem Pladen. Kaldes Varmestrømmen I, Varmeledningskoefficienten k, saa er Spændingsforskellen $e = Q \cdot \frac{I \cdot H}{k \cdot d}$, hvor Q er en Størrelse af samme Art som R. Q forandrer sig med Pladens Middeltemperatur og især stærkt med Feltet, ja den kan endog skifte Tegn. e kan naa en Værdi af nogle Hundrede Mikrovolt. Hos de fleste Metaller gaar Strømmen i samme Retning som hos Vismut; en Undtagelse danner Jern.

Digitized by Google

3. Den longitudinale Spændingsforskel er altid meget lille og hidtil kun fundet hos Vismut, Tellur samt hos nogle Vismut-Blylegeringer.

4. Den longitudinale Temperaturforskel (Maggis Effekt). *Maggi* overtrak en tynd, cirkulær Jernplade med et tyndt Lag Voks. Igennem Pladens Midte gik et Metalrør, hvorigennem der lededes Vanddamp. Derved strømmede der Varme ud i Pladen, saa Vokset smeltede, og Smeltefladen viste sig at være en Cirkel. Anbragtes Pladen derimod i et Magnetfelt parallel med Kraftlinierne, blev Smeltefladen en Ellipse, og Ellipsens store Akse laa vinkelret paa Kraftlinierne. Magnetfeltet syntes altsaa at have forandret Varmeledningskoefficienten k saaledes, at k vinkelret paa Kraftlinierne var 1,2 Gange større end k parallel med dem.

Medens nogle Fysikere som *Tomlinson* og *Batelli* ligesom *Maggi* fandt, at long. Magnetisation formindskede k, var andre mere tilbøjelige til at forklare Ændringen af k ved de mekaniske Forandringer, som Magnetismen fremkalder i Jernpladen. Da nu efter *Shaw* og *Schott* (Proc. Roy. 1903) Vismut ikke viser den mindste Længdeændring i et Magnetfelt, vil Undersøgelser angaaende dette Metal have særlig Interesse. Saadanne er foretaget bl. a. af *Righi* og *Leduc* (Comptes rendus 1887), *Ettingshausen* (Wied. Ann. 1888) og af *Lownds* (Dr. Ann. 1902). Pladerne ved disse Forsøg var anbragt som Pladen i Fig. De fandt alle, at k under disse Forhold formindskedes. *Leduc* og *Righi* mente, at k formindskedes i samme Forhold som den elektriske Ledningsevne, men ved *Ettingshausens* Forsøg formindskedes k fra 2 til 5 Procent, medens den elektriske Ledningsevne under de samme Forhold formindskedes 30 Procent. *Lownds* overtrak en Vismutkrystal med et tyndt Lag Elaidinsyre, der egner sig bedre til disse Forsøg end Voks. Til Krystallens Midtpunkt trykkedes den spidse Ende af en ca. 1 Meter lang Kobberstang, der blev opvarmet paa Midten. Isothermerne var meget tydelige; de iagttoges med et Mikroskop, og de havde ogsaa udenfor Feltet Form af Ellipser. Kvadratet paa Akserne er proportionalt med Ledningsevnen i deres Retning. Dernæst anbragtes Pladen i et Magnetfelt ($H = 4980$). Baade med og uden Felt laa Ellipsernes store Akse vinkelret paa Krystallens Hovedakse. Forholdet mellem Ledningsevnen vinkelret paa Hovedaksen og parallel med den var uden Felt 1.42 og med Felt

Digitized by Google

1.80. De tilsvarende Værdier for den elektriske Ledningsevne var 1.78 og 1.87 Den thermiske og den elektriske Ledningsevne ændres altsaa ikke i samme Forhold. — *Zahn*, *Schmaltz* og mange andre har ligeledes konstateret en Ændring af k ved Magnetisme saavel hos Vismut som hos Jern og Nikkel.

Det kan jo være naturligt at vente, at k maa forandres i et Magnetfelt, naar den elektriske Ledningsevne forandres. Men da Forandringerne ikke følges ad, og da der ikke er videre Overensstemmelse mellem de fundne Resultater, er den gamle Strid om Effektens Natur ikke helt ophørt endnu; enkelte Fysikere forsøger at forklare k's Ændring ad andre Veje. *Lafay* (Comptes rendus 1903) anstillede *Maggis* Forsøg i det lufttomme Rum, og nu fik han ingen Ellipser, medens de viste sig, naar han anstillede Forsøget i Luften. Han mener derfor, at Ellipserne ikke fremkommer ved Feltets Indvirkning paa k, men ved varme Luftstrømme, der opstaar i Feltet og udbreder sig vinkelret paa Kraftlinierne. At Luftens Temperatur forandres af Feltet, er paavist af *Nernst*, men denne Sag er kun lidet undersøgt. Forsøg af *Korda* synes dog at stride mod *Lafays* Opfattelse, idet Ellipsens store Akse var meget nær lig Diameteren i Cirklen, som Smeltefladen dannede udenfor Feltet. *Lafay* fandt ogsaa ved andre Forsøg en svag Formindskelse af k, naar Feltet var meget stærkt.

De omtalte Forsøg synes altsaa at fastslaa, at Varmeledningsevnen formindskes baade i Retning af Kraftlinierne og vinkelret paa dem, men at Formindskelsen er størst i første Tilfælde.

Digitized by Google

Anmeldelse.

F. Barmwater: **Lærebog i Optik.** (G. B. N. F. Pris 2,85 Kr.).

Anmeldt af *N. Christensen.*

Som de tidligere omtalte Lærebøger af Dr. *B.* er denne udarbejdet til Brug ved Læreanstaltens Adgangskursus og i Gymnasiets matm.-naturv. Retning. Den adskiller sig i flere Henseender fra de før brugte Lærebøger, idet der flere Steder tages nyt Stof under Behandling, ligesom der ogsaa gøres nye Betragtningsmaader gældende. Dette er saaledes Tilfældet ved Hulspejle (§ 4) og Linser (§ 10 og følgende); Formlen $\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{p}$ udledes ikke af Tilbagekastnings- og Brydningslovene, men det opstilles som en Erfaringssag, at Lys fra et Punkt efter Tilbagekastning fra Kuglefladen eller Brydning i Glaslinsen samles i et Punkt. Afsnittene — særlig om Linser — bliver derfor noget længere end ellers, men nogen Ulæmpe kan det næppe afstedkomme, Eleverne faar nok fat paa Hovedpunkterne, og mange vil maaske føle sig tiltalt af den valgte Fremgangsmaade; de, der foretrækker den tidligere Metode, kan let foretage de nødvendige Ændringer.

Ved Omtalen af Øjet (§ 15) gives der en Fremstilling af Forbindelsen mellem Akkommodationsvidde og Nær- og Fjærnpunktsafstand, ligesom Brillers Afpasning for Øjet omtales i § 16.

Ved de optiske Instrumenter (§§ 17—20) er Billedkonstruktionen gennemført og ligesaa den virkelige Straalegang gennem Apparatet: tillige er der givet en smuk Fremstilling af Synsfeltets Bestemmelse. Ved Lupen er Synsfeltet — maaske ved en Forglemmelse — ikke direkte angivet, dog findes det nødvendige konstrueret i Fig. 47, saa Formuleringen kan ikke falde vanskelig. Ved Teaterkikkerten er Bestemmelsen af Synsfeltet ikke rigtig, det er ikke, som angivet (Side 67 nederst), den Kegleflade, der har Objektivlinsen til Grundflade og Toppunkt i Pupilbilledets Midtpunkt, men derimod den Kegleflade, der har Objektiv og Pupilbilledet til Grundflade og Toppunkt imellem disse. Konstruktionen af Pupilbilledet kunde forøvrigt lettes ved at anbringe Øjet tæt bag

Digitized by Google

Okularlinsen, Billedet i denne vil da omtrent falde sammen med Øjeaabningen, saa man blot behøver at finde dens Billede i Objektivet. Næthindebilledets Klarhed er ikke medtaget, Dr. *B.* vilde dog sikkert kunne have givet en god Fremstilling ogsaa af dette.

Afsnittet om akromatiske Prismer og Linser (§ 28 og 29) er letfatteligt og mere udførligt end sædvanligt, dog burde de sammensatte Okularer, der omtales ved Mikroskop og Kikkert, ogsaa være berørt her, det er jo ogsaa akromatiske Systemer — endog af samme Linseart og samme Glassort. Bemærkningen i § 29, hvor der fra Prismer sluttes, at farvefri Linser maa være af forskellig Art og Glassort, gælder jo aabenbart kun, naar Linserne stilles tæt sammen.

Den udførlige Fremstilling af Fotografering, der gives under Lysets kemiske Virkninger, vil nok glæde de mange fotograferende Elever.

I det hele vil Bogen give Eleverne et godt Begreb om Lyslære, selv om dens Indhold maaske ikke altid vil falde dem helt let.

Bogen giver Anvisning paa de almindelige Øvelser i Optik, de kan alle udføres af Elever. Lyslærens Øvelser har det Fortrin frem for mange andre, at de (med Undtagelse af Lysmaaling) giver ordentlige Resultater. Apparatet til Bestemmelse af Vandets Brydningsforhold har jeg ikke prøvet, men efter de anførte Talværdier giver det gode Resultater, kun synes jeg, man ved simplere Midler kan faa lige saa gode Bestemmelser for Brydning i Vand og Glas; den i Bogen givne Fremgangsmaade kan dog ogsaa tjene til Bestemmelse af Glassets Brydningsforhold.

Mindre Meddelelser.

Ejendommeligt Snefald.

Den 29de December 1906 saas i Colbjørnsensgade og den tilstødende Del af Vesterbrogade i Kjøbenhavn et Snefald, bestaaende af tynde Pinde, dalende i vandret Stilling; de var efter Skøn ca.

Digitized by Google

4 mm. tykke og indtil 20 cm. lange, de fleste dog kortere, maaske fordi de gik i Stykker undervejs; en Del af de længste saas at knække over i Luften: de var saa skrøbelige, at de ikke lod sig tage hele op af Jorden, og de adskilte sig i det hele kun ved deres Form fra almindelige Sneflokker; enkelte saadanne saas ogsaa iblandt; men Pindene var i overvejende størst Antal. Dette Snevejr bemærkedes fra et Vindue ved Ettiden, og det vedvarede omtrent en Time derefter. Der var kun nogle mindre Skyer paa Himlen, og Snefaldets Tæthed var vekslende; til Tider var det meget sparsomt, i det hele ikke stærkt. *J. E. Gnudtzmann.*

Det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Prisopgaver for 1907.

Den naturvidenskabelig-matematiske Klasse.

Kemisk Opgave.

(Pris: Selskabets Guldmedaille).

Lysets Indflydelse paa Klorets Reaktionsevne har længe været bekendt, og det er fastslaaet, at en fotokemisk Lysvirkning bedst indtræder, naar saavel Klor som det Stof, der skal paavirkes, samtidig udsættes for Lysets Indflydelse. Derimod er det, trods mange i Aarenes Løb udførte Forsøg, endnu et aabent Spørgsmaal, hvorvidt Klor, naar det belyses for sig alene, undergaar nogen Forandring i sin molekulare Beskaffenhed, saaledes at dets Reaktionsevne derved forhøjes. De i denne Henseende i de sidste 60 Aar udførte Forsøg har givet indbyrdes afvigende Resultater, og det samme har været Tilfældet med de i den sidste Tid udførte Undersøgelser over den samtidige Indvirkning af Lyset og den stille, elektriske Udladning paa Klor, idet man fra en Side hævder, at der herved dannes aktivt Klor, uden dog at afgøre, om dette er en ny Modifikation af det nævnte Grundstof, eller om Aktiviteten beror paa Dannelsen af Mellemprodukter, medens man fra anden Side ikke har kunnet paavise, at Kloret ved den nævnte Indvirkning undergaar nogen væsentlig Forandring.

Da det vil frembyde megen Interesse og i mange Henseender have stor Betydning, at der bringes Klarhed tilveje i Spørgsmaalet

Digitized by Google

om Klorets Aktivering ved Lysets Paavirkning, udsætter Selskabet sin Guldmedaille for

en Undersøgelse over Klorets Forhold overfor andre Stoffer, særlig overfor Brint, brintholdige Forbindelser og Sølv, saavel efter forudgaaet Paavirkning af Lys alene som af Lys og stille elektrisk Udladning i Forening, idet Forsøgene maa godtgøre, hvorvidt Kloret ved denne forudgaaende Paavirkning undergaar nogen Forandring, og af hvilken Natur denne Forandring er, samt hvilke Egenskaber det paavirkede Klor besidder i Sammenligning med almindeligt Klor, derunder ogsaa, om det belyste Klor afviger fra almindeligt Klor i sine termokemiske Forhold, — Tillige maa det undersøges, om de forskellige Dele af Spektret udøver en forskellig Virkning paa Klor.

De tidligere udførte Undersøgelser paa det nævnte Omraade maa underkastes en kritisk Vurdering, og der maa gives en Oversigt over deres Resultater.

Indleveringsfrist indtil 31te Oktober 1908.

Fysik i Skolen.

Svenske Eksamensopgaver.

H. T. 1904.

Uppgifter af mekaniskt och fysikaliskt innehåll.

1. En cirkelrund, homogen och jämntjock skifva är understödd i sin midtpunkt *O*, men blott därstädes. Vid skifvans omkrets vill man fästa tre vikter på ett sådant sätt, att skifvan förblir i jämvikt i vågrät ställning. Två af vikterna, hvilka i storlek hålla 3 kg. och 4 kg., skola fästas i hvar sin af punkterna *A* och *B*, som äro så belägna, att vinkeln *AOB* är rät. Huru stor är den tredje vikten, och hvar skall den fästas?

Digitized by Google

2. Från den öfversta punkten af en 24 m, hög, lodrätt vägg utkastas en kropp i den mot väggen vinkelräta riktningen, och 15 m. från väggens fot träffar kroppen marken, som framför väggen är vågrätt. Med hvilken hastighet kastades kroppen? Accelerationen vid fritt fall är 9,8 m.
3. Två cylindriska, ofvantill öppna och nedtill kommunicerande kärl, som hafva sidoväggarna lodräta, äro delvis fyllda med kvicksilfver. Af en annan gifven vätska slår man först en viss mängd i ettdera af kärlen och, då jämvikt inträdt, finner man den lodräta höjdskillnaden mellan kvicksilfverytorna i de båda kärlen vara h cm. Därefter slår man äfven i det andra kärlet en lika stor mängd af den gifna vätskan. Bestäm den höjdskillnad mellan kvicksilfverytorna, som härvid uppkommer, då kärlens inre genomskärningsytor äro a_1 och a_2 kvcm!
4. I ett kopparkärl af 115 gr:s vikt finnas 260 gr. alkohol af temperaturen $8^0,0$, Några kopparstycken, vägande tillsammans 325 gr., uppvärmas till 100^0 och nedläggas därpå i alkoholn, hvarvid en blandingstemperatur af $22^0,1$ erhålles. Beräkna alkoholns specifika värme, då kopparns är 0,09! Kärlet kan antagas hela tiden hafva samma temperatur som alkoholn.
5. Två konkava speglar, hvilka båda hafva 32 cm:s radie, stå vända med de speglande ytorna mot hvaranrda och med sammanfallande axlar. Afståndet mellan speglarna är 1 m. Ett lysande föremål sättes så, att båda de vid speglingen uppkommande bilderna falla på ett och samma ställe. Beräkna förhållandet mellan dessa bilders storlekar!
6. Vid ett galvaniskt batteri, bestående af 9 lika, konstanta element, som äro kopplade i serie, har man slutit strömbanan med en 26 m. lång järntråd, som i tvärsnitt håller 0,6 kvmm., samt därvid iakttagit strömstyrkan. Om man sedan kopplar elementen parallelt och förenar batteriets poler med en lednings tråd af samma längd och tjocklek som i förra fallet, men denna gång af koppar, så erhållar man ånyo samma strömstyrka. Huru stort är motståndet i hvarje element? Motståndet i en tråd af 1 m:s längd och 1 kvmm:s tvärsnitt är för järn 0,11 och för koppar 0,017 ohm.
7. En vattenvoltameter och en lösning af ett nickelsalt ingå i en och samma galvaniska strömbana. Efter någon tid har i volta-

Digitized by Google

metern utvecklats 248 kcm. knallgas, hvars temperatur är 17° och hvars tryck, uppmätt i kvicksilfverhöjd, är 735 mm. Beräkna vikten af den nickel, som under samma tid blifvit utfälld! Vikten af 1 kcm. knallgas är vid 0° och 760 mm:s tryck 0,$_{536}$ mgr, Knallgasens utvidgningskoefficient är $\frac{1}{273}$. Atomvikterna för väte, syre och nickel kunna i ordning anses vara 1, 16 och 58,$_7$. Nickel är, liksom syre, tvåvärdig.

Løsninger.

1. Lad X være Punktet, hvor den 3dje Kraft skal anbringes, x Kraftens Størrelse, α Vinklen mellem OX og Forlængelsen af OB, Lad Kraften i B være 4 og i A 3, man faar da ved at tage Momenterne om OB og om OA

$$x \,.\, r \sin\alpha = 3r$$
$$x \,.\, r \cos\alpha = 4r,$$

idet r er Skivens Radius, heraf faar man ved at kvadrere og addere

$$x^2 = 25 \quad x = 5$$
$$\sin\alpha = \tfrac{3}{5} \quad \cos\alpha = \tfrac{4}{5}.$$

2. Tiden, Legemet er om at naa Jorden, findes af $24 = \frac{1}{2} \times 9{,}_8 \times t^2$

$$t = \frac{\sqrt{240}}{7}.$$

Hastigheden, Legemet er kastet ud med i vandret Retning, er altsaa

$$x = \frac{15}{t}; \; x = \frac{15 \times 7}{\sqrt{240}} = \frac{7}{4}\sqrt{15} = 6{,}_{79} \text{ m.}$$

3. Lad Vædskens Vægtfylde være α, Kviksølvets β; Vædskens Højde over Kviksølvet, i det ene Kar p og i det andet Kar (efter Paafyldningen) p_1. Forskellen mellem de 2 Kviksølvoverflader (efter Paafyldningen) er x. Man har da før Paafyldningen

$$p \times \alpha = h \,.\, \beta, \qquad (1)$$

efter Paafyldningen

$$p \times \alpha = p_1 \times \alpha + x \times \beta,$$

hvor $p_1 = p \times \frac{a_1}{a_2}$

eller ved (1)

$$h \times \beta = h \times \beta \times \frac{a_1}{a_2} + x \times \beta$$

$$x = h \times \frac{a_2 - a_1}{a_2}.$$

4. Man faar, idet Alkoholens Varmefylde kaldes x og idet den afgivne Varmemængde er lig den modtagne

$$260 \times 14{,}_1 \times x + 115 \times 14{,}_1 \times 0{,}_{09}$$
$$= 325 \times 77{,}_1 \times 0{,}_{09}; \; x = \frac{325 \times 77{,}_0 - 115 \times 14{,}_1}{260 \times 14{,}_1}\, 0{,}_{09}.$$
$$x = 0{,}_{58}.$$

Digitized by Google

5. Lad Lysgiverens Afstand fra det ene Spejl være x og Billedets Afstand fra samme Spejl y.

Man har da til Bestemmelse af x og y følgende 2 Ligninger

$$\frac{1}{16} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}; \quad \frac{1}{16} = \frac{1}{100-y} + \frac{1}{100 \div x}.$$

Man faar

$$xy = 16(x+y); \quad (100-x)(100-y) = 16\,(200-(x+y))$$
$$10000-100(x+y)+xy = 3200-16(x+y)$$
$$6800-\frac{100}{16}\,xy + xy = -xy$$
$$\frac{68}{16}\,xy = 6800$$
$$xy = 1600$$
$$x+y = 100$$
$$x = 80 \quad y = 20.$$

Billedet i det ene Spejl formindskes i Forholdet $\frac{32-20}{80-32} = \frac{1}{4}$; Billedet i det andet Spejl forstørres i samme Forhold. Forholdet mellem de 2 Billeder bliver altsaa 16.

6. Lad Elementets elektromotoriske Kraft være e. dets indre Modstand r. Modstanden i den ydre Ledning R og Strømstyrken s. Man faar da i første Tilfælde

$$s = \frac{9e}{9r + R}, \text{ hvor } R = \frac{0{,}11 \,.\, 26}{0{,}6}$$

i andet Tilfælde

$$s = \frac{e}{\frac{1}{9}r + R_1}, \text{ hvor } R_1 = \frac{0{,}017 \,.\, 26}{0{,}6}$$

af disse 2 Ligningen

$$9R_1 + r = 9r + R$$
$$r = \tfrac{1}{8}\,(9R_1 - R)$$
$$r = \frac{26}{4{,}8}\,[0{,}153 - 0{,}11]$$
$$r = \frac{26}{48} \,.\, 0{,}43 = 0{,}233.$$

7. Vægten af den udviklede Knaldgas bliver

$$V = 248 \times 0{,}536 \times \frac{735}{760} \times \frac{273}{290} = 121{,}2 \text{ mgr.}$$

Man har imidlertid nu efter Faradays Lov, at Vægten af den udfældede Nikkel V_1 bliver

$$V_1 = V \times \frac{58{,}7}{18} = 121{,}2 \times \frac{58{,}7}{18}$$
$$V_1 = 3946{,}5 \text{ mgr.}$$

Digitized by Google

Fosforescerende Stoffer, Lysfarver og Lysstene*).

Af

Odin T. Christensen.

Smukke Lysvirkninger og smukke Farvespil har fra den tidligste Tid været til Glæde for Menneskets Øje; de skiftende Belysninger i den fri Natur, den skønne Morgenrøde og ikke mindre det fortryllende Farvespil ved de smukke Solnedgange har altid virket betagende paa Menneskets Sind og selv Lynets lysende Glimt i de forskellige Farver, hvormed det fremtræder, har trods den Ængstelse. som naturligt kan betage Beskueren, alle Dage aflokket Beundring. Men i lige saa høj Grad har de mindre tilvante og mere uventede Lysvirkninger vakt Opmærksomhed: Skt. Hansormens Lysen i den stille Sommernat har været beundret af Alle, og den, der har ligget i en Baad en mørk Aften paa Søen, naar Vandet var opfyldt af Myriader af smaa, lysende Væsener, som ved hvert Aareslag glimtede i Vandet, vil have følt en sand Øjenlyst derved.

Som nu disse Naturfænomener allerede fra Oldtiden har vakt Menneskets Sans for Lysets Skønhed i alle dets forskellige Former, saa har ogsaa ethvert nyt Lysfænomen, som har vist sig for Forskeren under hans Arbejde, været til Glæde for hans Sind, ansporet ham til videre Søgen og vakt Almenhedens Forundring; dette har gentaget sig lige til vore Dage, og det vil gentage sig i Fremtiden. Vi har oplevet det i Nutiden; man behøver blot at mindes *Crookes* „straalende Materie", de smukke Forsøg, han udførte, Röntgenstraalerne og Radiumvirkningerne fra den nyeste Tid.

Det samme var da ogsaa Tilfældet med de „lysindsugende og lysudstraalende Stoffer" som her skal omtales.

Disse har sikkert været kendte i mindst et Aartusinde. I en gammel kinesisk-japansk Encyklopædi findes en Beretning om, at en Mand ved Navn *Su Ngoh* ejede et Maleri, hvorpaa fandtes en

*) Foredrag holdt i „Selskabet for Naturlærens Udbredelse" i Nov. 1906.

Digitized by Google

Okse, som hver Dag forlod Billedrammen for at gaa ud at græsse, men om Natten vendte tilbage for at sove. Dette Billede kom i Kejser *Tai Tsungs* Besiddelse (976—998); han viste det til sine Hoffolk og forlangte en Forklaring af Fænomenet; ingen af dem formaaede at løse Gaaden, men en Buddhistpræst meddelte, at Japanerne fandt en lysende Substans i en Art Østers; af denne tilberedte de Farver til Fremstilling af Malerier, som var usynlige om Dagen, men lyste om Natten. At Oksen forlod Billedrammen om Dagen, men vendte tilbage om Natten, har sikkert været Udtryk for, at Billedet var usynligt om Dagen, men efter Paavirkning af Dagslyset blev lysende, naar Mørket indtraadte.

I Almindelighed regner man dog det nærmere Kendskab til lysende Farver fra Begyndelsen af det 17. Aarhundrede og Opdagelsen af disse „vidunderlige, lysindsugende og lysudstrømmende Stene" skyldes Alkemisterne.

Den første, der fremstillede en saadan Lyssten, var *Vincentius Casciorolus*; oprindelig var han Skomager, men han ønskede at ombytte Skomageriet med Guldmageriet. Under sine Bestræbelser for at finde de Vises Sten og at indsamle Materiale til sine Forsøg, fandt han en Dag paa Bjerget Paterno i Nærheden af Bologna et Mineral, som han ikke kendte, men som efter Glødning med Æggehvide og Kul gav et Produkt, der til hans Forbavselse udstraalede Lys i Mørke. Han kaldte sin Lyssten „lapis solaris". Det Mineral, som han havde benyttet til Fremstillingen, var Tungspat, som paa Grund af Findestedet ved Bologna blev kaldt Bologneserspat, medens Lysstenen fik Navnet *Bologneserstenen* eller *Bononisk Sten* (Bononia = Bologna).

Iagttagelsen, som netop i disse Aar er 300 Aar gammel, blev først offentliggjort 1624 af en fransk Alkemist, *Peter Potier*, der opholdt sig i Bologna. Senere blev Bologneserstenen beskrevet af *F. Liçetus* 1640; ofte benævnedes den blot Fósforus, et Navn, der først benyttedes for alle Lysstene, men senere udelukkende blev brugt som Betegnelse for Grundstoffet Fosfor.

I Begyndelsen troede man, at det kun var den Bologneserspat, som fandtes ved Bologna, der kunde bruges til Fremstilling af den lysende Bologneserstenen; senere viste det sig, at ogsaa Tungspat fra andre Steder lod sig anvende dertil. *Casciorolus* nød høj Anseelse for sin Opdagelse og pristes som den sande Prometheus,

Digitized by Google

der havde forstaaet at hente Lyset ned fra Solen, saaledes at det vedblev at straale i den stærkeste Kulde.

Fænomenet vakte i det hele taget den største Opsigt, og mange arbejdede ivrigt paa Fremstillingen af ny Lysstene, saaledes at man endogsaa har betegnet den anden Halvdel af det 17. Aarhundrede som „Naturlærens fosforiske Epoke".

I 1674 fandt *Baldewein*, i Almindelighed kaldet *Balduin*, Amtmand i Grossenhain i Sachsen en ny Lyssten. Han vilde i alkemistisk Hensigt opsamle „den Weltgeist" og udsatte derfor de mest forskelligartede vandsugende Stoffer for Luftens Virkning; blandt disse Stoffer var ogsaa salpetersur Kalk; hver Gang Saltet var flydt hen, afdestillerede han den formentlig indsugede „Weltgeist" og udsatte atter Inddampningsresten for Luften. Da skete det en Gang, at Resten var bleven for stærkt ophedet: Retorten blev slaaet itu, og nogle Stykker af Resten viste den mærkelige Egenskab at lyse i Mørke. Produktet blev kaldt *Balduins Fosfor*, og det lykkedes *Kunkel*, som havde faaet Underretning om Iagttagelsen, at give en tydelig Beskrivelse af Fremgangsmaaden til dets Fremstilling. Dette fik Betydning for det nærmere Kendskab til Grundstoffet *Fosfor;* da *Kunkel* nemlig kort efter rejste til Hamburg, tog han et Stykke Balduins Fosfor med og viste dets mærkelige Lysevne; han hørte da Beretningen om Alkemisten *Brands* tilfældige Opdagelse af Fosfor (ved Inddampning af Urin og Destillation af Inddampningsresten). Det lykkedes da senere *Kunkel* at finde den hidtil hemmeligholdte Metode til Fremstilling af dette Stof.

Baldewein skriver om sin Lyssten, at „det er den himmelske Ild, som Prometheus paa Minervas Raad har stjaalet fra Himlen. Endogsaa Maanelyset forklarer han ved sin „Lysmagnet", idet han gør Maanen til en kæmpemæssig Lyssten (Fosforus), som om Dagen indsuger Sollys og om Natten atter udstraaler det.

At ogsaa den i Tyskland forekommende Gibs kan bruges til Fremstilling af Lyssten viste *T. Hofmann* i Aar 1700.

Studiet af Lysstenenes Fremstilling og navnlig Forsøgene paa deres Forbedring gav i Begyndelsen af det 18. Aarhundrede (1727) Stødet til Opdagelsen af Fotografien ved *Johann Heinrich Schulze*. *Schulze* var Professor i Medicin samt i det græske og det arabiske Sprog i Altort, senere i Halle. Han syslede meget med kemiske

Digitized by Google

Forsøg, bl. a. ogsaa med Fremstillingen af Balduins Fosfor af salpetersur Kalk. Med den Tillid til de ædle Metallers betydelige Virkninger, som paa den Tid var almindelig, vilde han forbedre Lysstenen. Han opløste derfor noget Sølv i den Salpetersyre, hvoraf han fremstillede salpetersur Kalk; Opløsningen satte han til Kridt; der dannede sig da et hvidt Bundfald, og han opdagede da til sin Forbavselse, at det kridtagtige Bundfald antog en mørk Farve, naar det blev udsat for Dagslyset eller direkte Sollys; *Schulze* beviste, at denne Forandring ikke indtraadte i Mørket, men i Lyset, og han godtgjorde, at Varmen var uden Indflydelse. Paa Flasker, hvori Opløsningen og det hvide Bundfald fandtes, anbragte han Skabloner og viste, at Skriften ved Lysets Virkning blev aftegnet paa Bundfaldet.

Iøvrigt var det i den første Halvdel af det 18. Aarhundrede væsentligst Franskmænd, der syslede med Undersøgelsen af Lysstene. Navnlig maa her nævnes *Nicolas Lemery*, fordi han er den første, der har paavist den Indflydelse, som ringe Indblandinger af andre Metaller, f. Eks. Kobber, Jern, Messing o. l. har paa Lysstenenes Lysevne og Farve; han nærer dog kun fantastiske Anskuelser om Lysevnens Aarsag og Virkning.

1730 viste *du Fay*, at alle kalkholdige Stene kan omdannes til Lysstene. Fra Midten af det 18. Aarh. tager tyske Kemikere igen fat paa Undersøgelsen, og den bekendte Kemiker *Marggraf* giver da den første metodiske Eksperimentalundersøgelse af Lysstenene, hvorved det fastslaas, at ikke alene Tungspat, men en Mængde andre Mineralier kan anvendes til Fremstilling af Lysstene; *Marggraf* bestemte tillige Bestanddelene af disse Mineralier.

Foruden den oprindelige Bologneser Lyssten og Balduins Fosfor kommer i 1768 en ny Lyssten, nemlig „*Cantons Fosfor*“ frem. *Canton* var en engelsk Kemiker; han glødede rensede Østersskaller, pulveriserede dem, blandede Pulveret med $^1/_2$—$^1/_3$ Svovl og glødede Blandingen. At hans Lyssten har været god, og at de lysende Fosforer bevarer deres Lysevne, fremgaar deraf, *at en Lyssten, som Canton havde fremstillet allerede 1764 og indsmeltet i Glasrør, endnu i 1881 havde bevaret sin Lysevne usvækket.* — *Cantons* Anvendelse af Østersskaller minder om den ovenfor ovenfor meddelte Beretning om, at Japanerne fandt en lysende Sub-

Digitized by Google

stans i Østers. Østersskaller har lige til Nutiden spillet en væsentlig Rolle ved Fremstillingen af Lysstene.

At forskellige Tilsætninger giver Anledning til, at Lysstenene udsender forskelligfarvet Lys, viste *Osann* i 1834, idet han i Stedet for Svovl satte Svovlarsen, Svovlantimon eller Svovlkvægsølv til Grundmassen; Arsenik giver blaat eller violet, Antimon giver grønt Lys.

Osann fremstillede ogsaa Lysstene ved Reduktion af Tungspat med Brint.

Omtrent fra Midten af det 19. Aarhundrede begynder først Undersøgelsen af Lysstenene paa *videnskabeligt fysisk* Grundlag. Særlig *Becquerel*'s Undersøgelser var banebrydende; han undersøgte Solspektrets Virkning paa Bononisk Fosfor samt paa Cantons Fosfor og offentliggjorde et indgaaende Arbejde over de forskellige Fremstillingsmaader for Lysstene; hans Metoder har dog senere vist sig at være temmelig omstændelige*).

Heldigere i denne Henseende var *Forster*, der i 1867 (Pogg. Ann. Bd. 30 1868, S. 94—121 og 228—258) beskrev en Række Metoder til Fremstilling af Lysstene og fandt meget nyt. Han anstillede omtrent 500 Forsøg for at finde de gunstigste Betingelser og Forhold, og hans Udgangspunkt var Forbindelser af Calcium, Barium eller Strontium. Af disse gav Strontiumforbindelserne ham de smukkeste Resultater, medens Calciumforbindelserne ikke gav gode Lysstene. Fremstillingen skete ved simple Midler.

Belysningen af Lysstenene skete ved Dagslys eller ved Magniumslys 8—10 Sekunder. *Forster* viste, at det forholdsvis ringe Lys fra et Geisslers Rør med Kvælstof var tilstrækkeligt til at fremkalde Fosforescens hos Lysstene.

I Begyndelsen af Halvfjerdserne fremkom da det *Balmain*'ske Lyspulver, som kunde anvendes til lysende Farve; det gav en smuk blaaviolet Fosforescens og et kraftigt Lys og blev i Løbet af et Aarti bekendt blandt det større Publikum. Interessen for Fænomenet voksede, og Studiet af Lysstenene og Fosforescensen kom ind i nye Baner, til en Begyndelse navnlig ved *Lecoq de Boisbaudran*'s og ved *Verneuil*'s Undersøgelser.

---

*) I *E. Becquèrels* Værk „La lumière", Bd. 1, 1867, findes en historisk Oversigt og talrige Oplysninger om Fremstillingen af Lysstene.

Digitized by Google

Lecoq de B. bragte ikkelysende eller svagt lysende Fosforer til klar Fosforescens ved ringe Tilsætninger af fremmede Stoffer; han viste ogsaa, at Aluminiumiltets røde Fosforescens hidrørte fra yderst smaa Mængder Krom.

Verneuil viste bl. a., *at den lysende Evne hos Balmains Farve skyldtes en ringe Mængde Vismut* (1886).

Af væsentlig Betydning var et Arbejde af *Klatt* og *Lenard* 1889*). De gamle Metoder gav Produkter, der i mange Tilfælde gav tydelig Fosforescens, men Resultatet og Lysningens Farve var i mange Tilfælde afhængigt af de anvendte Raamaterialers Oprindelse, altsaa af Forhold, som man ikke kendte tilstrækkeligt nøje.

Man tilskrev tidligere Svovlforbindelsernes fysiske Struktur Hovedindflydelsen paa Fosforescensens Klarhed og Farve; denne Struktur var man imidlertid ikke Herre over. Pulveriseret klar Dobbeltspat gav efter Glødning med Svovl et svagt grønligt fosforescerende Produkt, men hvis man af samme Dobbeltspat først fremstillede Klorcalcium og derefter Kalciumkarbonat, gav dette efter Glødning med Svovl et Produkt, der lyste orangegult; hvis man derimod først fremstillede Calciumnitrat, fik man et Produkt, der gav grønliggul Fosforescens. I Modsætning til Kalkspaten gav rene Aragonitkrystaller ikke ved nogen tilsvarende Behandling fosforescerende Masser.

Man kunde ved forskellige Tilsætninger faa den omtalte Fluorescens klarere; saaledes fik et Produkt, der viste gullig Fosforescens, ved Tilsætning af et Klorid af Kalium, Natrium og Calcium orangefarvet Fosforescens.

Hvis det oprindelige Produkt fosforescerede grønt med blaalig Nuance, gav det efter Tilsætning af et Klorid Rosa-Purpur-Fosforescens eller Lavendelviolet; den grønne Fosforescens forsvandt altsaa i dette Tilfælde. Den forstærkedes derimod ved Tilsætning af Sulfater, Nitrater, Sulfiter eller Fosfater.

Det viste sig tydeligt, at Materialets kemiske Sammensætning er det væsentlig afgørende. Det reneste Materiale gav ikke den bedste Lyssten. *En Undersøgelse af de Mineralier, der gav de bedste Lyssten, viste, at de altid indeholdt visse Urenheder.* Saaledes indeholdt en skalenoedrisk Kalkspat bl. a. Spor af *Kobber*

*) Ann. d. Pkysik [2] Bd. 38. S. 90.

Digitized by Google

og gav grønlig Fosforescens; *blev nævnte Kalkspat renset, forsvandt Fosforescensen med det samme.*

Lignende Forhold fandtes at være tilstede hos andre Raamaterialier. Da nu ogsaa *Verneuil* havde fundet, at et Spor af Vismut var Aarsagen til Fosforescensen hos *Balmains* Lysfarve, slog *Klatt* og *Lenard* ind paa en anden Vej — den modsatte af de tidligere anvendte, idet de *fremstillede særlig ren Kalk og anvendte denne til Fremstilling af fosforescerende Sulfider under Tilsætning af Svovl og smaa Mængder af forskellige Metalforbindelser.* De Mængder af enkelte Metaller, der kræves til at frembringe klar Fosforescens, er saa smaa, at de almindelige analytisk kemiske Metoder ikke er tilstrækkelige til at paavise dem.

Kobber i *Svovlkalcium* giver *blaagrøn* Fosforescens.

$^{8}/_{100000}$ Kobber (som Nitrat) paa 1 Del Kalk gav meget klar Fosforescens; tilsættes mere og mere Kobber, aftager Intensiteten $^{3}/_{10000}$ Kobber gav dog endnu en lysende Masse; dog maa der tilblandes visse Stoffer, f. Eks. 0,1 Del Natriumsulfat.

Kobber i *Svovlstrontium* giver intensiv *gulgrøn* Fosforescens. 1 Del Strontiumkarbonat + $^{1}/_{16000}$ Kobber (som Nitrat) + 0,03 Flusspat er en god Blanding.

Kobber i *Svovlbarium* giver intensiv *mørkerød* Fosforescens. 1 Del Bariumkarbonat + $^{1}/_{16000}$ Kobber (som Nitrat) + 0,03 Flusspat eller, 0,05 Kaliumsulfat.

Vismut i Svovlkalcium. Blaa Fosforescens.

Calciumkarbonat + $^{13}/_{10000}$ Bi (som Nitrat) + Natriumsulfat er en passende Blanding.

Mangan i Svovlkalcium. Gul Fosforescens.

Mangan kan tilsættes i større Mængder. 1 Del Kalk, $^{3}/_{100}$ Mangan + 0,2 Kaliumsulfat.

I alle de nævnte Tilfælde blandes den alkaliske Jordart med Svovl, hvorpaa Metalforbindelsen tilsættes, og Blandingen ophedes.

Man kunde derefter forklare de Fænomener, som hidtil var iagttagne hos de forskellige Lysstene. Ved Undersøgelse af Fosforescensspektret viste det sig, at Stenen, alt eftersom Fosforescensen var gul eller grøn, indeholdt væsentligst Mangan eller Kobber, idet Spektret viste Mangan- eller Kobberbaand og desuden hyppigt et nyt violet Baand, som ligger længere henne mod det violette end Vismutbaandene, der ikke blev paavist i nogen Mine-

Digitized by Google

rallyssten; det ny violette Baand tilhører et endnu ukendt Metal. Vismut er altsaa ikke saa udbredt i Kalkmineralierne som Kobber og Mangan.

Ved Glødning med Klorider forsvinder Kobber, altsaa den grønne Fosforescens: var Fosforescensen gulgrøn, maatte Mangan være tilstede, og efter Ophedning med Klorid blev da ogsaa kun den gule Fluorescens tilbage.

Var Fluorescensen først blaaliggrøn, forvandledes den efter Ophedning med Klorid til *Purpur* eller *Rosa*; dette forklares ikke ved Nærværelsen af Vismut eller Mangan, men ved Tilstedeværelsen af det ukendte Metal, som svarer til de violette Baand, og som ligesom Kobber og Mangan sikkert maa være meget udbredt i Mineralriget. Hvis det fandtes alene i Svovlcalcium, vilde det frembringe en violet Fosforescens.

Klatt og Lenard sammenfatter deres Resultater i følgende:

1. De stærkt lysende Kalkstene er Blandinger af 3 væsentlige Bestanddele; a) Svovlkalcium, b) det virksomme Metal, c) et tredie Stof, som ikke er virksomt. *Absolut rent Svovlkalcium fluorescerer sandsynligvis ikke.*

2. Som virksomme Metaller kan Kobber, Mangan, Vismut og et ubekendt Metal særlig betragtes, men kun indtil bestemte, meget smaa Mængder.

3. De Stoffer, der anvendes som tredie Bestanddel er farveløse Salte, der er smeltede ved den Temperatur, hvorved Fosforerne dannes; de overtrækker derfor Svovlkalcium, hvorved Massen sintrer sammen, og det virksomme Metal giver en zart Farvning, som er væsentlig for Fosforescensen.

Nyere Undersøgelser bekræfter, at rene Metaller ikke giver fosforescerende Produkter; dette har *Mourelo* vist 1899, ligesom han ogsaa konstaterede, *at Produktet ikke lyser mere, naar det har været ophedet til Hvidglødhede.* I 1903 viste *Vanino*, at Strontianlysstenens grønne Lys forbedres ved Tilsætning af Uran, og at Tilsætning af Flusspat giver Massen et mere kornet Udseende og begunstiger Lysstenens Dannelse ved lavere Temperatur.

I det følgende angives nogle prøvede Blandinger, som ved Glødning giver gode Lysstene*); Glødningen kan i Begyndelsen

*) Journ. pr. Chem. Bd. 179, S. 196. 1905. *(Vanino* og *Gaus).*

Digitized by Google

foretages over en almindelig Bunsensk Lampe, senere i Hampels-Ovn eller over en ikke for kraftig Blæselampe.

1. *Lenards Masse.*

Strontiumkarbonat	100	Dele
Svovl	100	—
Kaliumklorid	0,5	—
Natriumklorid	0,5	—
Manganoklorid	0,4	—

$^3/_4$ Times Glødning.

2. *Mourelos Masse.*

Strontiumkarbonat	100	Dele
Svovl	30	—
Natriumkarbonat	2	—
Natriumklorid	0,5	—
Manganosulfat	0.2	—

3. *Balmains Masse.*

Calciumilte	20	Dele
Svovl	6	—
Stivelse	2	—
Kaliumklorid	0,5	—
Natriumklorid	0,5	—
Flusspat	3	—

hvortil er føjet 1 Ccm. af en Opløsning af 0,5 Gr. Vismutnitrat i 100 Gr. Alkohol.

4. *Vaninos Masse.*

Strontiumthiosulfat	60	Dele
Vismutnitratopløsning (se ovenfor)	12	Ccm.
Urannitratopløsning (samme Styrke)	6	—

Det er imidlertid ikke tilstrækkeligt alene at iagttage de angivne Mængdeforhold; det er min Erfaring, at hele Fremgangsmaaden ved den videre Behandling af Blandingerne har den største Betydning, og at senere Afvigelser fra det rette kan føre til totalt mislykkede Resultater.

Digitized by Google

5. Af egen Erfaring kan jeg anbefale følgende Blanding, der stemmer med *Lenards* Angivelser:

Strontiumkarbonat... 20 Gram
Svovl..... 5 —

omhyggeligt blandet med 0,8 Ccm. af en Opløsning af 1 Gram kryst. Kobbersulfat i 200 Ccm. Vand. Kobberopløsningen tilsættes draabevis under Blandingen, Massen ophedes i lukket Digel over en Bunsensk Lampe, indtil Overskud af Svovl er fordampet, og derpaa for Blæselampen ved ikke for høj Temperatur, ialt i 20—30 Minutter. Produktet viser efter Bestraaling smuk grøn Fosforescens.

Endelig skal omtales den saakaldte *Sidots Blanding; Sidot* iagttog i 1866, at krystalliseret Zinksulfid fosforescerede smukt*); han fremstillede sin Blanding ved Ophedning af Zinksulfid i en Strøm af Svovlsyrlinganhydrid i 4—5 Timer. Senere har man fremstillet Produktet paa simplere Maade**). Fosforescensen forøges ved Tilsætning af smaa Mængder af Kobbersalte eller andre Metalforbindelser.

II.

Fosforescensen fremkaldes som bekendt bedst ved Sollys; dog kan, som *Forster* angav, ogsaa Magniumslys benyttes: bedre end det sidstnævnte er dog det elektriske Buelys og navnlig *Heraens'* Kvægsølvlampe.

Fosforescensen taber sig, naar Lysstenen henligger i Mørke; at den imidlertid ogsaa kan svækkes paa anden Maade, har længe været bekendt. I *Goethes Farbenlehre* berettes det, at de bononiske Fosforer bringes til at fosforescere, naar de belyses gennem blaat eller violet Glas, men ikke ved Belysning gennem gult eller gulrødt Glas, ja, man vil endog have bemærket, at Fosforerne, naar de er belyste gennem violette og blaa Glas, hurtigere ophører at fosforescere, naar de derefter anbringes under gult eller gulrødt Glas, end naar de henligger i Mørke; disse Forsøg kan ogsaa udføres i det prismatiske Spektrum og giver her samme Resultat.

---

*) Compt. rend. T. 62, S. 999.

**) Compt. rend. T. 115, S. 505. 1892. Berichte d. d. chem. Gesellschaft 1904, S. 3407.

Digitized by Google

Denne Iagttagelse, der skyldes *Seebeck*, blev længe upaaagtet, og Fænomenet blev opdaget paany af *E. Bequerel* i 1842. *Bequerel* viste, at de mindre brydbare Straalers svækkende Virkning ikke var saa simpel som antaget, idet han godtgjorde, at den første Virkning af disse Straaler var en pludselig Opblussen af Fosforescensen, hvorefter denne ophører; de gule og røde Straaler virker altsaa paa samme Maade som Varmen. Opvarmer man f. Eks. det ovenfor som Nr. 5 omtalte fosforescerende Produkt, da bliver Fosforescensen pludselig saa livlig, at den kan iagttages i spredt Dagslys og hører derefter op. De mindre brydbare Straalers svækkende Virkning strækker sig helt hen i ultrarødt; man fik derved et Middel i Hænde til at udføre spektrale Iagttagelser i den ultrarøde Del af Spektret; allerede *E. Becquerel* anstillede saadanne Undersøgelser, men navnlig *H. Becquerel* studerede Solspektret (til Bølgelængde 1,5 μ) paa denne Maade. Naar nemlig den ultrarøde Del af Spektret falder paa en fosforescerende Plade, da vil Fosforescensen snart slukkes paa de Steder, hvor der er ultrarøde Straaler, men paa de Steder, hvor der findes Frauenhoferske Linier, vil der ingen Svækkelse indtræde, og disse Linier vil da vise sig som fosforescerende Linier paa mørkere Grund. — Iagttagelser af *Fomm* i 1890 har senere vist, at der ogsaa blandt de ultraviolette Straaler findes nogle, som kan svække Fosforescensen.

At røde Straaler svækker Fosforescensen forholdsvis hurtigt, kan man let vise ved at dække en Del af en Skærm, som er overtrukket med Sidots Blende og i Forvejen er bragt til at fosforescere, med et Stykke mørkerødt Glas og derefter fortsætte Bestraalingen i kort Tid; man vil da se Afsvækningen af Fosforescensen tydeligt, naar den fosforescerende Skærm bringes i et mørkt Rum.

Antallet af fosforescerende Stoffer er i Virkeligheden meget stort, men i mangfoldige Tilfælde er Fosforescensen saa svag, at der maa træffes særlige Forsigtighedsregler, naar det skal lykkes at iagttage den. Mange naturligt forekommende Mineralier viser Fosforescens, men denne hidrører ogsaa her fra smaa Indblandinger af fremmede Stoffer. *E. Wiedemann* og *C. F. Schmidt* har gjort opmærksom paa den Analogi, som i denne Henseende finder Sted mellem fosforescerende eller fluorescerende faste Stoffer og visse Opløsninger, hos hvilke hverken Opløsningsmidlet eller det opløste

Digitized by Google

Stof (nemlig Farvestoffer) hver for sig fluorescerer, medens Fluorescensen indtræder, naar begge inderligt gennemtrænger hinanden i Opløsningen. De fluorescerende faste Stoffer kan derfor betragtes som *„faste Opløsninger" (van't Hoff)*, d. v. s. homogene Blandinger, hvis Sammensætning kan ændres kontinuerligt indenfor visse Grænser. De fluorescerende faste Opløsninger adskiller sig fra de flydende bl. a. derved, at de næsten uden Undtagelse vedbliver at lyse, efter at Bestraalingen er ophørt, d. v. s de fosforescerer.

I Lys af disse Anskuelser forstaas Forholdsreglerne ved Fremstillingen af Lysstenene. Fosforescensens Farve og Styrke er hos disse afhængige af Opløsningsmidlets og det opløste Stofs ɔ: det tilsatte Metals (Svovlmetals) Natur. Intensiteten tiltager med Mængden af virkelig opløst Stof, ligeledes befordres den ved Tilsætningen af „Smeltestoffer" f. Eks. Flusspat, fordi Svovlmetallet derved lettere opløses og vanskeligere udkrystalliserer. De bedste Lysstene er overmættede Opløsninger af Svovlmetaller i andre Sulfider, særligt i Sulfider af alkaliske Jordarts-Metaller eller i Zinksulfid. Dog maa der ikke være mere Metalsulfid, end der virkeligt gaar i Opløsning, og denne Grænse naas ved meget smaa Mængder. Det ikke opløste farver nemlig Massen graa og hindrer Absorptionen. Da Opløseligheden tiltager med Temperaturen, maa der til Fremstillingen af de bedste Lysstene anvendes temmelig høj Temperatur, men denne maa dog ikke stige saa højt, at Metalsulfidet fordamper, og det opløsende Sulfid iltes, thi derved svækkes naturligvis Fosforescensen. Man maa af denne Grund ikke ophede til Hvidglødhede.

Nogen eksakt gennemført Teori for Fosforescensfænomenerne lader sig næppe sikkert opstille, men de almindelige Fænomener lader sig forklare ud fra den Grundforestilling, som man siden *E. Becquerels* Tid har dannet sig, og som omtrent kan udtrykkes som følger:

Det fosforescerende Stof antages at indeholde 2 Bestanddele *A* og *B*, som kan overføres til hinanden. Om Overgangsprocessen er af fysisk eller kemisk Natur, maa staa hen. Bestraaling med stærkt brydbare Straaler skal da overføre en vis Mængde af *A* til en tilsvarende Mængde af *B*, og Gendannelsen af *A* ved Omdannelse af *B* skal derefter foregaa under Fosforescensfænomen. Denne Gendannelse foregaar ogsaa under Bestraalingen, og derfor viser Legemet Fluorescens under denne. Naar den stationære Tilstand

Digitized by Google

er naaet, maa der i lige lange Tider gaa samme Mængde af *A* over til *B*, som der gaar af *B* over til *A*; der er da dynamisk Ligevægt. Holder Bestraalingen pludseligt op, da stræber Legemet tilbage til den oprindelige Begyndelsestilstand, og derved forvandles Overskud af *B* igen til *A*; sker dette i umaalelig kort Tid, da holder Legemets egen Lysning op samtidigt med at Bestraalingen ophører, og vi har *Fluorescens*, men hvis der endnu i længere Tid efter Bestraalingens Ophør foregaar Omdannelse af *B* til *A*, da vedbliver Legemet at udsende Lys, efter at Bestraalingen er ophørt: vi har da *Fosforescens*.

At Omdannelsen fra *B* til *A* hos de fosforescerende Stoffer ikke foregaar momentant, maa tilskrives indre Modstande af en eller anden Art, som sinker Gendannelsen af *A*. I Analogi med visse kemiske Processer kan det ogsaa tænkes, at Processen praktisk set staar stille, inden Begyndelsesstadiet er naaet igen. Legemet vil da ophøre at lyse, skønt der endnu er en Del af *B*, som ikke igen er omdannet til *A*, og Processen vil da atter kunne indledes ved Tilførsel af Varme; her kunde søges en Forklaring paa Thermoluminescensfænomenerne, der viser sig hos mange i Naturen forekommende Stoffer, som ved Opvarmning allerede langt under Rødglødhede udsender et meget klart Lys, og som iøvrigt viser sig kraftigst hos Stoffer, der i Forvejen ved Bestraaling er bragt til at fosforescere. Ved Varmens Virkning maa man antage, at den indre Modstand, som hindrer den fuldstændige Gendannelse af *A*, formindskes.

Maaske beror den tidligere omtalte Udslukning af Fosforescensen ved de ultrarøde Straaler paa en saadan Formindskelse af den indre Modstand, hvorved Fosforescensen pludseligt blusser op og derpaa snart ophører.

I saa Fald maa de ultrarøde Straaler ikke vise nogen svækkende Virkning, hvor saadanne indre Modstande ikke er til Stede; disse findes ikke hos fluorescerende Stoffer, og det viser sig da ogsaa, at disse ikke paavirkes af ultrarøde Straaler.

III.

Til Slutning skal omtales, hvorledes Skærme og andre Genstande hensigtsmæssigt overtrækkes med Lysfarver, og hvilke Anvendelser disse kan finde.

Digitized by Google

En kraftig lysende Skærm tilvejebringes let paa følgende Maade ved Hjælp af *Balmains* Lysfarve. Man faar i Handelen under Navnet „Lysende *Vand*farve“ *) en Blanding af Lysfarven og Bindemidlet; denne Blanding udrøres med nogenlunde varmt Vand til en tyk Vælling, som omrøres i nogen Tid; med denne overstryges et stort, tykt Stykke hvidt Pap to Gange ved Hjælp af en bred Pensel og henstilles derpaa til fuldstændig Tørring. Den vil da, naar den kort Tid har været udsat for Dagslyset og derpaa bringes ind i et mørkt Rum, udsende et kraftigt, blaalighvidt fosforescerende Lys. En saadan Skærm kan man selv præpare for en Bekostning af et Par Kroner, og den kan bruges i lang Tid. Man kan ogsaa i Handelen faa lysende Oliefarve til Paastrygning af andre Genstande.

Skærme, der er overstrøgne med *Sidots* Blende, og som udsender et kraftigt, grønligt Lys, kan faas i Handelen bl. a. hos *R. Müller-Uri* i Braunschweig.

Vil man selv fremstille lysende Farver, f. Eks. efter de foran anførte Forskrifter, og derpaa overtrække Genstande med dem, da maa de først findeles i en Porcellænsmorter, hvorved de ofte udsender stærkt Lys (viser *Triboluminescens*); derpaa kan man udrøre 1 Del af Pulveret med 1,5 Dele Dammarlak og bestryge Genstanden hermed. Man kan ogsaa udrøre 1 Del af Pulveret med en Opløsning af 330 Gram Gelatine i 1600 Gram Vand, hvortil er føjet 60 Gram Glycerin. Større Flader overstryges først med en Grundfarve, som ikke maa indeholde Bly.

Man har anvendt lysende Farver til Bestrygning af Vejvisere, Husnumre, Laaseblik, Vægge, Taarnurskiver, Kompasser, Redningsbælter og Sømærker for at disse skulde fosforescere i Mørke og derved blive synlige. Til Belysning af Jernbanetunneller har man foreslaaet at bestryge Waggonernes Loft og Sider med lysende Farver. Ogsaa til forskellige Kuriositeter har man benyttet Lysfarverne, f. Eks. til lysende Brevkort.

I Fotografien har Lysfarverne fundet Anvendelse, idet man overtrækker Plader eller Papir med en saadan Farve, dækker den med et Diapositiv og derigennem udsætter den for Lyset; man vil

*) Denne Vare kan bl. a. faas i *Stellings* Farvehandel, Gammeltorv, Kjøbenhavn.

Digitized by Google

da, naar Pladen bagefter bringes ind i et mørkt Rum, iagttage et lysende Billede paa den; denne Plade er da i Stand til at paavirke en fotografisk Plade, som efter Fremkaldelse viser en Genpart af det oprindelige Billede.

Der er næppe Tvivl om, at fortsatte Undersøgelser over Lysfarvernes Fremstilling og Egenskaber vil føre til Resultater, som ogsaa kan faa stor praktisk Betydning.

Om Grundprincipperne i den traadløse Telegrafi*).

Af

Absalon Larsen.

Det vakte for 10 Aar siden stor Opsigt Verden over, da det rygtedes, at det engelske Post- og Telegrafvæsen for Alvor havde givet sig til at eksperimentere med Telegrafering uden Forbindelsesledning, med Apparater og efter Metoder, som en ganske ung Italiener Marconi havde bragt i Forslag. Den første Forevisning af Metoden i Virksomhed fandt Sted i Efteraaret 1896, da selve Chefen for det engelske Postvæsen Mr. Preece demonstrerede den traadløse Telegrafering i London. Apparaternes Indretning blev endnu den Gang strengt hemmeligholdt, og i de første Meddelelser til de tekniske Tidsskrifter hedder det derfor ogsaa, at man kunde fristes til at antage, at der var Taskenspillerkunster med i Spillet, hvis ikke Mr. Preece's Autoritet borgede for, at man her virkelig havde med en ny epokegørende Opfindelse at gøre.

For Fysikere var det vel bekendt, at man ved Hjælp af hurtige elektriske Svingninger kunde frembringe elektromagnetiske Bølger, der udbreder sig i Rummet efter de samme Love som Lyset, og at man var i Stand til at paavise disse elektriske

*) Foredrag holdt i den polytekniske Læreanstalts Festsal 15. Marts 1907.

Digitized by Google

Straaler i adskillige Meters Afstand fra Afsenderen; det var Fysikeren Hertz, som ved sine geniale Forsøg eksperimentelt havde godtgjort Rigtigheden af Maxwells Teorier.

Men dette var næppe kendt udenfor Fagmændenes ret snævre Kreds; og her var det navnlig den rent videnskabelige Side, som interesserede, man eftergjorde Hertz's Forsøg, man eksperimenterede med de elektriske Straalers Tilbagekastning, Brydning osv.; om de kunde række lidt kortere eller lidt længere, gjorde egentlig mindre til Sagen.

Da var det, at den Tanke slog ned i den unge *Marconi*, at disse Bølger maatte kunne tages i Teknikkens Tjeneste til Telegrafering; og med en beundringsværdig Energi og Udholdenhed og under heldige ydre Omstændigheder gik Marconi fra Sejr til Sejr.

Allerede Skridtet fra nogle faa Meters Afstand ved Hertz's Forsøg til nogle Tusinde Meter vakte hele Verdens Forbavselse og Undren; men Udviklingen gaar hurtigt i vore Dage: Der er nu telegraferet traadløst over Atlanterhavet, og ti Aar efter de første Forsøg har den traadløse Telegrafering tilkæmpet sig en saadan Plads blandt de andre Systemer for Meddelelser paa Afstand, at der i 1906 kunde afholdes en international Konference, som resulterede i Vedtagelsen af internationale Regler for den traadløse Telegraferings Benyttelse.

I de forløbne Aar er der sket store Fremskridt; teoretiske Spørgsmaal af afgørende Betydning for Praksis er besvarede; de fra først af ret svævende Anskuelser om, hvad der egentlig foregik, har antaget faste og klare Former; det hele er efterhaanden blevet forholdsvis simpelt og forstaaeligt. Jævnsides hermed er fulgt en Fuldkommengørelse af Maaleteknikken, og vejledet af den vundne teoretiske Klarhed og med Benyttelse af de nye Maaleinstrumenter, har man i Konstruktion af Apparater og Stationer kunnet forlade den fra først af famlende Vej og slaa ind paa rationelle Fremgangsmaader.

Til dette Resultat har Videnskabsmænd og Teknikere af mange Nationer bidraget. Ogsaa vor Nation har givet sit Bidrag, og vi kan med Stolthed nævne *Valdemar Poulsens* Navn blandt de betydeligste paa dette Omraade.

Der kan da være Anledning til at gøre sig Rede for, hvor vidt vi er naaet, og min Opgave skal være i store Træk, støttet

Digitized by Google

af nogle Demonstrationer, at give en Fremstilling af, hvorledes man i den traadløse Telegrafi frembringer, udsender og opfanger elektromagnetiske Bølger.

Frembringelse af elektriske Svingninger.

Til Frembringelse af elektromagnetiske Bølger maa man for det første have en Indretning, som producerer Vekselstrøm af meget højt Vekseltal.

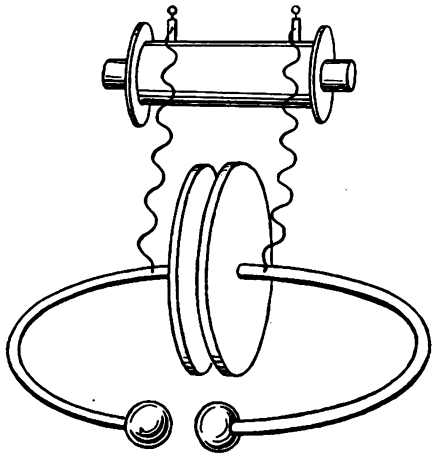


Fig. 1.

Vekselstrøm til andre Formaal har ikke paa langt nær et tilstrækkeligt højt Vekseltal.

Til Belysning og Kraftoverføring bruger man almindeligt Vekselstrøm, som skifter Retning 100 Gange i Sekundet, netop saa hyppigt, at Øjet ikke mærker nogen Flimren af det elektriske Lys. Vekseltallet er her bestemt ved Generatorens Poltal og Omdrejningstal.

I Telefonien retter Strømmene sig efter Lydsvingningerne, og man kommer der op paa Vekselstrømme, som skifter Retning nogle Tusinde Gange i Sekundet.

Men det forslaar altsammen ikke til Benyttelse ved Udsendelse af Bølger. Man maa der op til Vekseltal paa 1 Million pr. Sekund

Digitized by Google

eller mere, og til saa høje Vekseltal har man hidtil ikke formaaet at bygge egentlige Vekselstrømsmaskiner. Man maa gaa andre Veje.

Den eneste Vej, der hidtil har vist sig farbar, er at danne en elektrisk Svingningskreds, som vist skematisk paa Fig. 1. Man ser der to Metalplader, som staar tæt overfor hinanden. De danner en Kondensator, som er i Stand til at optage en elektrisk Ladning. Jo større Fladerne er og jo nærmere de staar hinanden, desto større elektrisk Ladning kan Pladerne under iøvrigt ens Forhold optage, desto større er Kondensatorens Kapacitet.

De to Plader forbindes med en Metaltraadsbøjle, der dog et Sted er afbrudt med et Luftrum mellem to Kugler. Denne Bøjle vil som enhver Leder modsætte sig hurtige Strømforandringer paa Grund af sin saakaldte Selvinduktion. Jo længere Traaden er, desto større er denne Selvinduktion.

I denne kredsformige Strømbane kan man frembringe en meget hurtigvekslende Strøm paa følgende Maade:

Med et større Induktionsapparat eller en Vekselstrømstransformator meddeler man Kondensatoren en elektrisk Ladning, saaledes at f. Eks. Pladen til højre bliver + elektrisk, Pladen til venstre — elektrisk som vist paa Lysbilledet Fig. 2. Naar Ladningen har naaet en vis Værdi, bliver Spændingsforskellen mellem de to Kugler saa stor, at der staar en Gnist over imellem dem; derved bliver der faktisk dannet en ledende Forbindelse mellem Kuglerne, og fra dette Øjeblik indtræder det tilstræbte Fænomen, en Vekselstrøm, som skifter Retning med Mellemrum af en Milliontedel af et Sekund eller endnu kortere Tid.

Hvorledes dette gaar til. er vist paa de forskellige Figurer paa Fig. 2, der fremstiller Tilstanden til forskellige Tidspunkter. I første Øjeblik (Tiden *0*) er Kondensatoren stærkt ladet som antydet ved de tykke + og — Tegn. I næste Øjeblik (Tiden $^1/_4 t$) er Elektriciteten i Færd med at strømme fra Plade til Plade gennem Bøjlen som antydet ved Pilen. Pladernes Ladning er derved blevet mindre (tyndere + og — Tegn). I næste Øjeblik (Tiden $^1/_2 t$) er Ladningen Nul, Strømmen har derimod sin maksimale Værdi (tyk Pil). Paa Grund af Selvinduktionen fortsættes Strømmen, hvorved Pladerne lades modsat af før (Tiden $^3/_4 t$), Strømmen aftager og bliver Nul, samtidig med at Ladningen atter er stor

Digitized by Google

(Tiden $^1/_1 t$), derefter vender Strømmen (Tiden $^5/_4 t$) og saaledes fortsætter Elektriciteten med at strømme frem og tilbage gennem Traaden mange Gange. Vekselstrømmen dør dog efterhaanden hen, Gnisten forsvinder, og Fænomenet kommer først igen, naar der atter er hengaaet saa lang Tid, at Kondensatoren paany er bleven ladet.

Størrelsen af Tiden t, der forløber mellem to Strømvendinger, er bestemt ved Størrelsen af Kapaciteten og Selvinduktionen, idet den vokser ligefrem som Kvadratroden af enhver af disse Størrelser. t er det omvendte af Vekseltallet n, og man har

$$n = \frac{1}{t} = \frac{1}{\pi\sqrt{LC}}.$$

n er Vekseltallet af Kredsens frie Svingninger udtrykt i Vekslinger pr. Sekund, L Strømbanens Selvinduktionskoefficient udtrykt i Henry og C Kapacitet maalt i Farad.

En saadan Svingningskreds staar paa Bordet her. Kondensatoren har Form af et Par Leydenerflasker, Traadbøjlen har ikke Cirkelform, men fortsættes i en Firkant, hvis Størrelse kan varieres. Gnisten er skjult i en Trækasse, for at Støjen ikke skal genere for meget.

Bagved staar den Induktor, hvormed Kondensatoren lades. Trykker man paa Nøglen, kommer Fænomenet frem.

Induktoren bruger omtrent $^1/_{50}$ Sekund til at lade Leydenerflaskerne, og omtrent 50 Gange i Sekundet kommer derfor den svingende Tilstand igen, saa at det for Øjet ser ud, som om Gnisten varede ved hele Tiden.

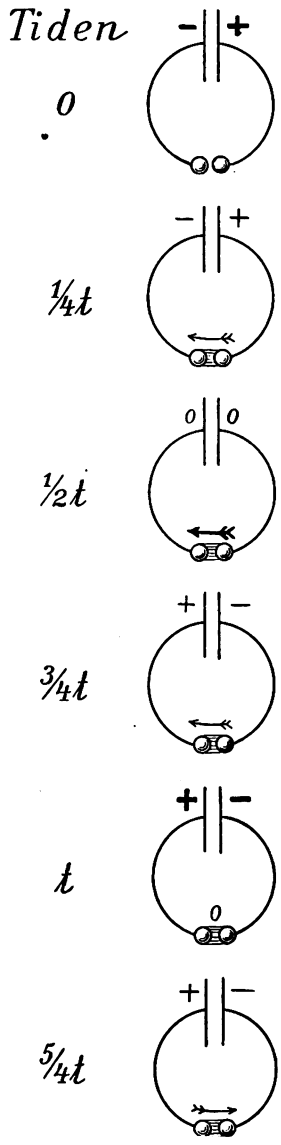


Fig. 2.

Digitized by Google

At Leydenerflaskerne er ladede til en høj Spænding, ses af Lysfænomenet ved Kanten af Metalbelægningen, som antyder, at Elektriciteten har Tendens til at slaa udenom Randen af Glasset. Leydenerflaskernes højeste Spænding er her ca. 25,000 Volt.

Maaling af Vekseltal og Dæmpning.

Vi skal derefter se, hvorledes man kan paavise, at der virkelig finder elektriske Svingninger Sted, maale Vekseltallet, ja endogsaa bestemme, hvor hurtigt Svingningerne dør hen.

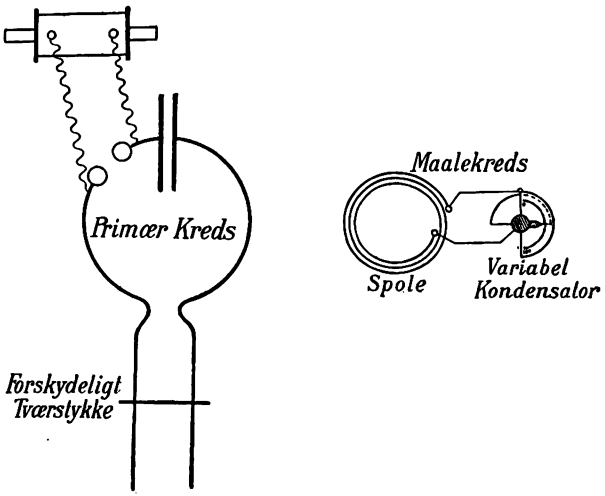


Fig. 3.

Direkte lader dette sig ikke gøre; dertil forløber det hele for hurtigt, men ad en Omvej.

Man lader den vedkommende Svingningskreds virke inducerende paa en anden kendt Svingningskreds, Maalekredsen, saaledes som vist paa Fig. 3. Denne Maalekreds bestaar af en Spole med nogle faa Vindinger, hvis Selvinduktion en Gang for alle er bestemt, og en Kondensator, hvis Kapacitet kan forandres derved, at man drejer paa Haandtaget, hvorved de to Sæt Plader griber mer eller mindre ind i hinandens Mellemrum. Maalekredsen er da i Hovedsagen en Svingningskreds af samme Art som den primære. Ligesom denne

Digitized by Google

har den et naturligt Svingningstal, som er bestemt ved Størrelsen af dens Selvinduktion og Kapacitet.

I denne Maalekreds vil der nu, naar den anbringes i Nærheden af den primære, induceres elektriske Svingninger, men disse naar kun en betydelig Størrelse, naar Kredsen indstilles saaledes, at dens naturlige Svingningstal er det samme som Svingningstallet i den primære Kreds, thi kun i saa Fald vil alle de mange smaa Impulser understøtte hinandens Virkning og efterhaanden oparbejde kendelige Svingninger. Man siger, at der i saa Fald er Resonans mellem de to Kredse.

Fremgangsmaaden til Maaling af Vekseltallet er da overordentlig simpel: man stiller Maalekredsen ind paa Resonans med den undersøgte Kreds og opsøger i sin Tabel, hvilket Svingningstal Maalekredsen har for denne Stilling, dette er da ogsaa Svingningstallet for den undersøgte Kreds.

Jeg skal udføre en saadan Bestemmelse. (Demonstration). Til Paavisning af Svingningerne i Maalekredsen benyttes et Rør med fortyndet Luft (Heliumrør). De ser, at dette Rør ved en bestemt Indstilling af Kondensatoren lyser stærkt op. Jeg aflæser den Stilling af Kondensatoren, ved hvilken Røret lyser stærkest, det er ved 28°. Paa et Kurveblad er nu afsat Svingningstallet for de forskellige Indstillinger; jeg ser deraf, at Vekseltallet er 4,9 Millioner pr. Sekund.

Drejer man ganske langsomt Kondensatoren forbi den rigtige Indstilling, bemærker man, at Røret dog lyser noget, selv om Indstillingen afviger lidt fra den rigtige. Ved 26° begynder Røret lige netop at lyse, ved 28° lyser det stærkest, ved 30° er det atter ved at høre op med at lyse. Jo snævrere dette Parti er, desto skarpere er Resonansen.

Regningen viser, at naar Svingningerne i den undersøgte Kreds bliver længe ved uden synderlig Svækkelse, saa er Resonansen skarp; naar de derimod dør hurtigt hen, er Resonansen mindre skarp. Man kan derfor bestemme, hvor hurtigt Svingningerne dør hen med det selvsamme Apparat, ved at optage en saakaldt Resonanskurve, som angiver, hvor mange Procent Strømeffekten i Maalekredsen svækkes, naar Indstillingen er 1, 2, 3 osv. % afvigende fra den gunstigste.

Jeg skal ikke udvikle Teorien herfor nærmere, men blot vise

Digitized by Google

Resultaterne af en saadan Bestemmelse, som er foretaget med selve de her demonstrerede Apparater.

Med Maalekredsen er der til dette Forsøg forbundet en Strømmaaler i Stedet for en Spændingsindikator. Fig. 4 viser Strømmaalerens Udslag ved Indstilling paa forskellige Egensvingningstal omkring det med den undersøgte Kreds overensstemmende. Man ser, at ved en Afvigelse paa 10 % over eller under den bedste Indstilling synker Strømmaalerens Udslag 94 % og beløber sig altsaa til kun 6 % af det maksimale. Af denne Kurve kan man regne sig til, at Strømstyrken i den undersøgte Kreds synker 10 % for hver Gang Strømmen veksler. Strømmen i den undersøgte

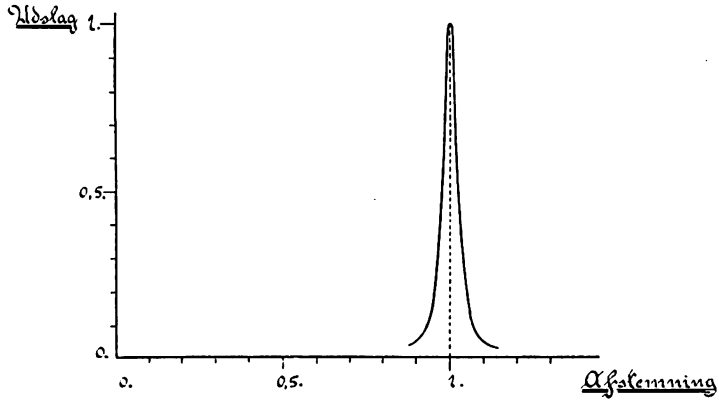


Fig. 4.

Kreds naar med det benyttede Leydenerbatteri og den benyttede Spænding ved 1ste Svingning en Værdi af 1800 Amp.

Strømmens videre Forløb er fremstillet paa Fig. 5 med Strømstyrken som Ordinat og Tiden som Abscisse. Ved Tiden 0 er Strømstyrken 0. I dette Øjeblik dannes Gnisten. Strømstyrken stiger derefter til 1800 Amp., aftager til 0, vender og naar 1620 Amp.; aftager, vender og naar 1460 Amp. o. s. fr. Den maksimale Strømstyrke bliver for hver Svingning ca. 10 % svagere end den foregaaende. Efter 20 Strømvekslinger er Strømstyrken sunket til 13 % af den maksimale Værdi. Tiden mellem 2 Strømvekslinger er ca. $^1/_5$ Milliontedelsekund. Regner man, at Svingningerne ud over de 20 er uden væsentlig Betydning, varer det hele Fænomen

Digitized by Google

altsaa ca. 4 Milliontedelsekunder. Derefter hengaar der, indtil Leydenerflaskerne atter er ladet, ca. 20,000 Milliontedelsekunder, altsaa en meget lang „død" Tid i Forhold til den Tid, i hvilken der foregaar kraftige Svingninger. Skulde man paa Fig. 5 fortsætte med næste Svingningstilstand i rigtig Maalestok, maatte Figuren forlænges 400 Meter. Det er derfor tydeligt nok, at en Svingningstilstand ikke kan understøtte den foregaaende i dens Virkninger; hver enkelt Svingningstilstand virker isoleret for sig.

Om man end ved oscillatorisk Udladning af en Kondensator kan opnaa en noget mindre Dæmpning end her, saa har Dæmpningen dog stedse været et svagt Punkt ved denne Metode til Fremstilling af hurtigvekslende Strømme. Det er netop dette svage

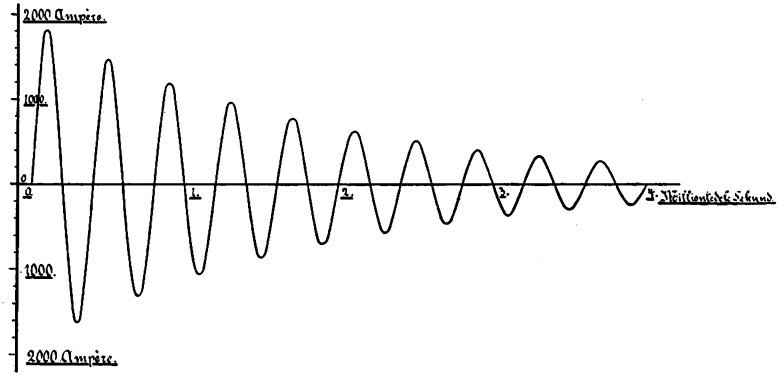


Fig. 5.

Punkt, Valdemar Poulsen er kommen udenom ved sin Metode til Frembringelse af kontinuerlige hurtigvekslende Strømme i en Kondensatorkreds ved at erstatte Gnisten med en Lysbue af særlig Form. De Poulsenske Svingninger bliver ved uden nogen Svækkelse. Dette medfører bl. a. en meget skarp Resonans og alle de dermed forbundne Fordele.

Lukket og aaben Svingningskreds.

De elektriske Svingninger i den omtalte Svingningskreds udsender imidlertid ikke i nogen synderlig Grad elektromagnetiske Bølger. Dertil egner den sig paa Grund af sin særlige Form slet

Digitized by Google

ikke. Tværtimod holder den saa godt den kan fast ved den Energi, som er ophobet i den, og naar Svingningerne dog dør hen, er det kun, fordi Energien gaar tabt som Varme. Energien i den svinger iøvrigt imellem to forskellige Former. Naar Kondensatoren er stærkest ladet, er Energien tilstede i Rummet mellem de to Plader i Form af spændt elektrisk Tilstand som antydet paa Fig 6 øverst ved Indtegning af elektriske Kraftlinier, og naar Kondensatoren er tom, medens Strømstyrken er paa sit Maksimum, er Energien tilstede i Rummet omkring Traadbøjlen i Form af en vis magnetisk Tilstand, som antydet nederst i Figuren ved magnetiske Kraftlinier, der som Hvirvler omslynger Traaden. Energien svinger altsaa mellem en elektrisk og en magnetisk Form, men enhver af dem er lokaliseret paa sit Sted. Man kalder en saadan Svingningskreds lukket.

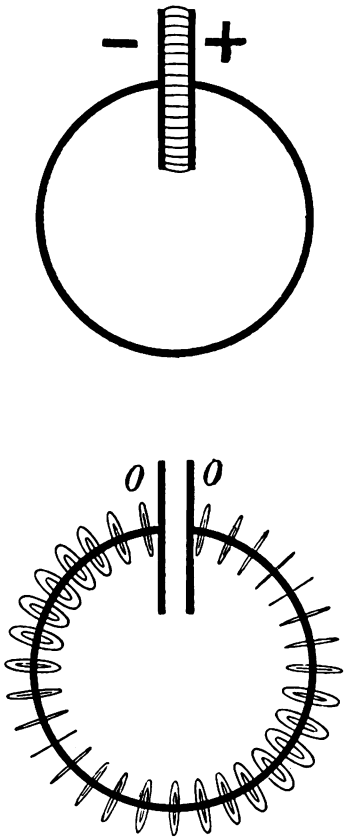


Fig. 6.

For at faa Bølger udsendt, d. v. s. faa et af elektriske og magnetiske Kræfter fyldt Rum skilt ud fra den materielle Svingningskreds, maa man give denne en aaben Form, saaledes at de elektriske og magnetiske Kraftlinier blandes i samme Rum.

En saadan aaben Svingningskreds kan man tænke sig fremkomme af den lukkede Svingningskreds gennem nogle Overgangsformer som vist paa Lysbilledet, derved at Traaden rettes ud og Pladerne fjernes fra hinanden. Paa Fig. 7 er indtegnet de elektriske Kraftlinier, der, som det vil ses, nu gennemkrydser det Rum, hvor ogsaa de magnetiske Kraftlinier findes, nemlig omkring Traaden.

Den simpleste Form for en aaben Svingningskreds man paa denne Maade kommer til, er i Virkeligheden en lang, lige Traad.

Digitized by Google

I Salen er en saadan Traad spændt ud. Smukkest havde det været at spænde den ud i én lige Linie; men af Pladshensyn var det nødvendigt at lade den bøje om og lade den gaa ned langs Salens to Sider. I denne Traad kan man fremkalde elektriske Svingninger paa lignende Maade, som vi før fremkaldte dem i Maaleapparatet, nemlig ved at bøje det midterste Stykke af den til en Vinding og nærme denne til den primære Svingningskreds.

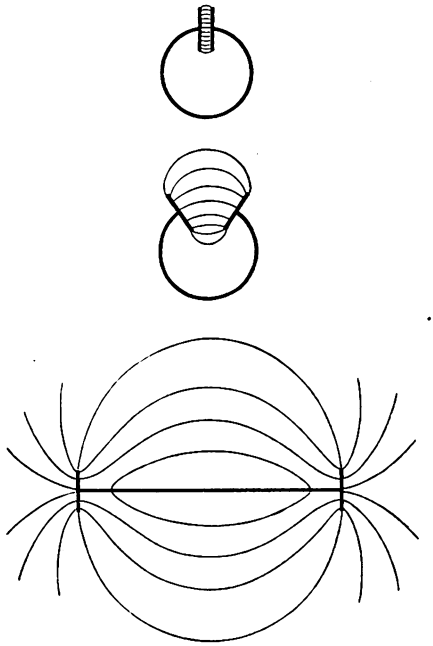


Fig. 7.

Men ligesom før er det nødvendigt, at den primære og den sekundære Kreds har samme naturlige Svingningstal (Demonstration).

At der optræder Svingninger i den udspændte Traad ses af, at de paa Traaden ophængte Heliumsrør lyser. Der er dog en tydelig Forskel paa de forskellige Rørs Lys. De, der hænger ude ved Enderne lyser stærkest, derude er den største Spænding. De, der hænger længere inde ved Midten lyser svagere, her er Spændingen mindre. Helt inde paa Midten er Spændingen Nul.

Hvis man ved at flytte den forskydelige Bøjle paa den primære

Digitized by Google

Kreds forstemmer denne, saa at dens naturlige Vekseltal ikke passer med Traadens, hører Rørene op med at lyse. En Forandring fra 4,9 til 4,7 Millioner pr. Sekund er tilstrækkelig hertil.

Spændingens Fordeling i Traaden under Svingningerne til forskellige Tidspunkter er vist paa Fig. 8 til venstre.

Der er en Spændingsknude i Midten, Spændingsbuge ved Enderne. Til højre er vist Strømmens Fordeling i Traaden. Der er Strømbug i Midten, Strømknuder ved Enderne.

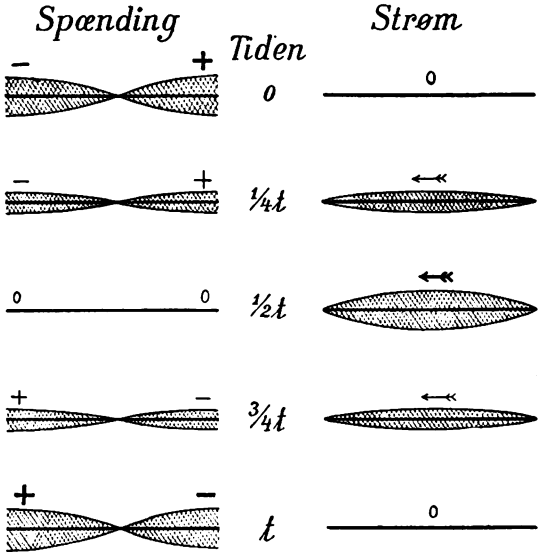


Fig. 8.

Udsendelse af elektromagnetiske Bølger.

Under denne svingende Bevægelse af Elektriciteten vil der fra Traaden udsendes elektromagnetiske Bølger, som breder sig ringformigt ud til alle Sider med Lysets Hastighed.

Vi vil tænke os Traaden stillet lodret op og Elektriciteten svingende i den som vist ved det forrige Lysbillede, og vil da gøre os Rede for, hvilke Former de elektriske Kraftlinier i Rummet omkring Traaden efterhaanden antager, under den Forudsætning, at der ingen Hindringer er tilstede for deres Udbredelse.

Digitized by Google

Vi begynder med den Tilstand, hvor Spændingen er paa sit højeste. De elektriske Kraftlinjer gaar da som vist paa Fig. 9 *a* i Buer fra oven nedad. Der er kun tegnet tre Kraftlinjer paa hver Side. Af disse vil vi endda kun forfølge de midterste, som er optrukne.

Efter en lille Tids Forløb antager disse Kraftlinier Formen *b*. Deres Endepunkter rykker nærmere hinanden, fordi Elektriciteten i Traaden løber sammen. Deres midterste Parti derimod bevæger sig ud til Siden. Kort efter Tilstanden *b* lukkes Kraftlinierne i sig selv, og i Tilstanden *c* er de to frigjorte Ringe paa Vej ud i Rummet med Lysets Hastighed, medens nye Kraftlinier dannes inde ved Traaden. Paa denne Maade skabes og frigøres efterhaanden flere og flere lukkede Kraftlinier som antydet ved Figur 9 *d*, *e*, *g*, *f* og Fig. 10 *g*. At Kraftlinierne saaledes lukkes og frigøres, har sin egentlige Aarsag i, at de under de nævnte Forhold er sammenkædede med magnetiske Kraftlinier, der danner vandrette Cirkler omkring Traaden, og hvorover de lukkede elektriske Kraftlinier er trukne som Perler paa en Snor, saaledes som antydet paa Fig. 10 *g*.

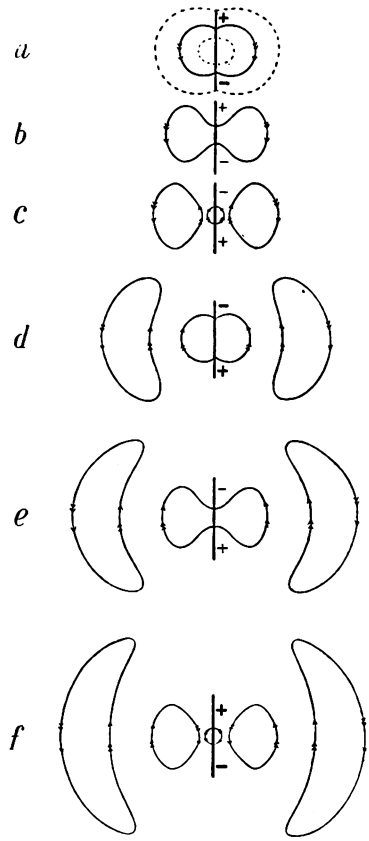


Fig. 9.

Disse Figurer, der forøvrigt ikke gør Fordring paa at være nøjagtige i Enkelthederne, er tegnede under den Forudsætning, at Svingningerne foregaar ude i Rummet fjærnt fra alle Hindringer, som det f. Eks. kunde realiseres fra Luftballon. Ved Jordens Overflade vilde man kun benytte den øverste Halvdel af Afsendertraaden og forbinde dens nederste Ende med Jorden. Man kommer da til

Digitized by Google

de Forhold, som er fremstillede paa Fig. 10 *h*. Over Jordens eller Vandets Overflade vil da alt foregaa som fremstillet i den øverste Halvdel af Billedet. Nede i Jorden foregaar intet; Overfladen virker paa en Maade som et Spejl, og til Antydning heraf er der under Overfladen punkteret angivet Kraftliniernes Spejlbillede. Tilstanden ligger forøvrigt en Svingning længere fremme i Tiden end Tilstanden *g*.

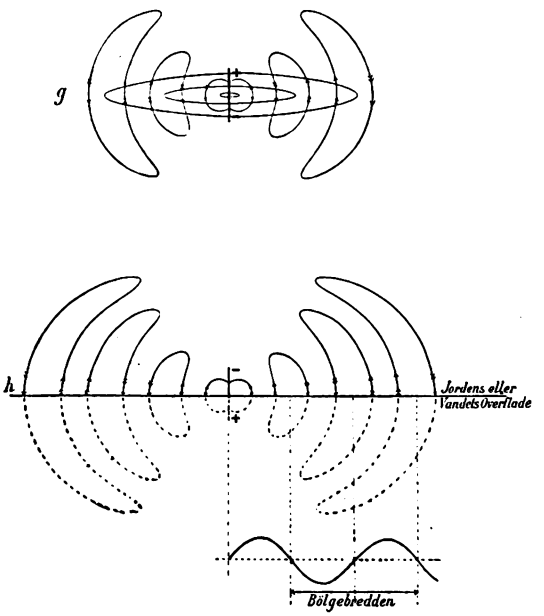


Fig. 10.

Følger vi i det givne Øjeblik i Tanken den elektriske Krafts Fordeling ud fra Afsenderens Fodpunkt, vil man finde, at den varierer som vist ved den bølgende Linie nederst til højre. I Toppene er den elektriske Kraft rettet opad, i Dalene er den rettet nedad. Paa samme Figur er endvidere indtegnet den Afstand, som man kalder Bølgebredden. Ved Benyttelse af en Afsender, som bestaar af en lodret Traad, der forneden er forbunden med Jord, er Bølgebredden paa det nærmeste 4 Gange Traadhøjden.

Digitized by Google

Opfangelse af Bølgerne.

Naar de udsendte elektromagnetiske Bølger paa deres hastige Vandring hen over Jorden træffer en lodret Traad med samme naturlige Svingningstal som Afsenderen, vil de i denne oparbejde elektriske Svingninger. Disse overføres videre fra Lufttraaden til en sekundær Svingningskreds af væsentlig samme Art som den tidligere nævnte Maalekreds.

Det hele System for Overføring af traadløse Signaler kan da opfattes som vist skematisk paa Fig. 11. Til venstre er Afsenderen bestaaende af en Kraftkilde, der er antydet som en Induktor,

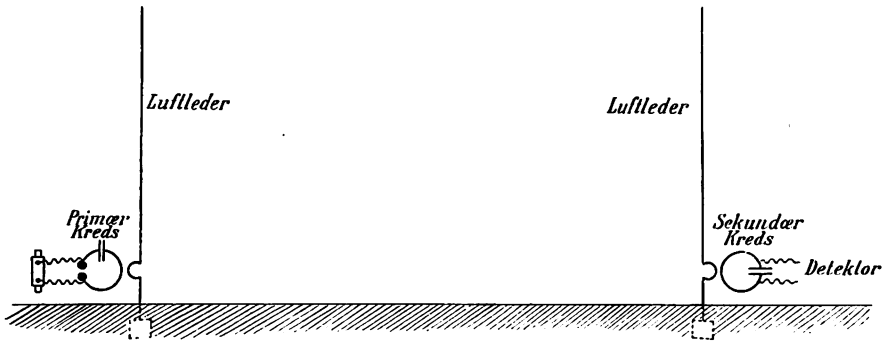


Fig. 11.

en primær Svingningskreds og en Luftleder. Til højre Modtageren, bestaaende af Luftleder, en sekundær Svingningskreds og en eller anden Detektor til Paavisning af de i den sekundære Kreds overførte svage Svingninger.

Demonstration af hele Systemet.

Hele dette System kan vises i Virksomhed. Som Luftleder har det ganske naturligt ikke kunnet lade sig gøre at anvende en lodret Traad, da den ikke kunde faa Plads i Salen. Luftlederen, der her bestaar af en 500 Meter lang Kobbertraad, er derfor viklet op som en Spole. Der er to saadanne Spoler. Den ene er Afsender, den anden Modtager.

Digitized by Google

Vi skal først se, at der opstaar elektriske Svingninger i Afsenderspolen. For at markere dette er der anbragt en Række Geisslerrør langs Spolen. Man ser, at Lyset er stærkest i de yderste Rør, aftagende ind imod Midten til Tegn paa, at Elektriciteten svinger som vist paa Fig. 12.

I Modtagerspolen kan man direkte paavise Svingningerne ved et Geisslerrør, som holdes hen i Nærheden (Demonstration). Men til Efterligning af de virkelige Forhold er Spolen skaaret op midtvejs og ført i et Par Vindinger hen omkring en sekundær Modtagerkreds bestaaende af en Spole og en variabel Kondensator. Ved at indstille denne Kondensator, saa at den sekundære Modtagerkreds bliver afstemt til samme Vekseltal som de øvrige Svingningskredse,

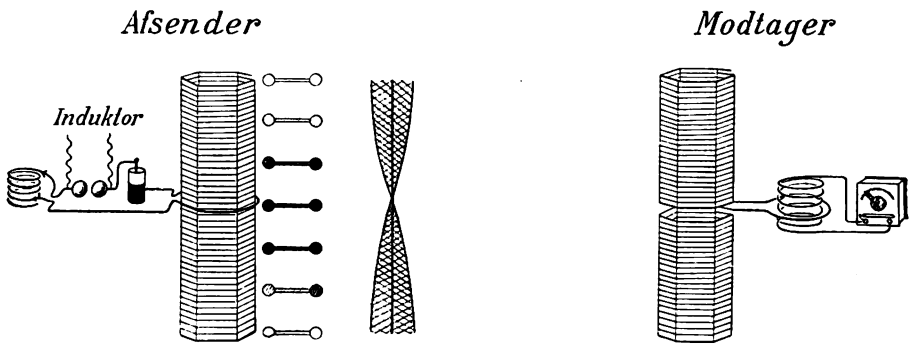


Fig. 12.

opnaar man at faa Svingningerne overført hertil, hvad der giver sig til Kende ved, at det ved Kondensatoren anbragte Heliumrør lyser op (Demonstration).

De elektriske Svingninger, der saaledes paa Foranledning af Bølgerne opstaar i Modtagerluftlederen og derfra overføres til Modtagerens sekundære Kreds, er under virkelige Forhold overordentlig svage, og til Paavisning af dem kræves anderledes fintmærkende Detektorer end et Heliumrør; men det ligger udenfor dette Foredrags Rammer at komme nærmere ind herpaa.

Derimod skal jeg endnu vise et Forsøg, som kan gøres med den opstillede Afsender. Vi har hidtil ladet den udføre Svingninger, som antydet ved Fig. 12, nemlig den for Spolen naturlige Grundsvingning, ved hvilken der er en Spændingsknude i Midten og Buge

Digitized by Google

ved Enderne. Man kan imidlertid ogsaa faa den til at udføre saakaldte Oversvingninger med flere Knuder.

For at opnaa dette, skal man blot forandre Vekseltallet for den primære Kreds, saaledes at det stemmer med Vekseltallet for den vedkommende Oversvingning. Forsøget er vist paa Fig. 13. (Demonstration). Det er den 2den Oversvingning med tre Spændingsknuder. De udfor Knuderne anbragte Rør forbliver mørke. Rørene udfor Bugene lyser op.

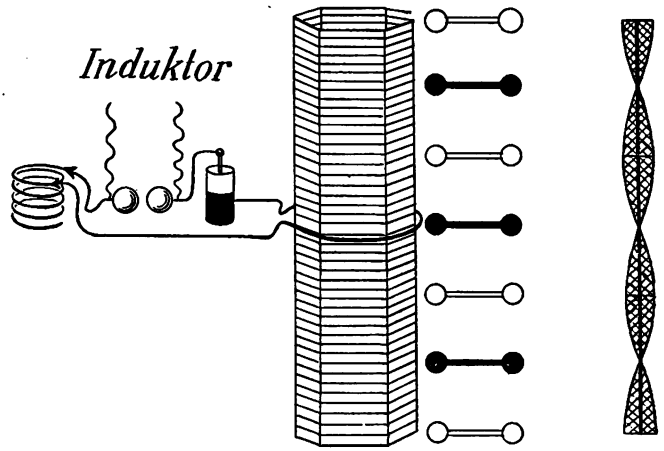


Fig. 13.

Saa godt som hele den moderne Elektroteknik hviler paa Elektromagnetismen i videre Forstand, hvorved jeg ikke blot forstaar den elektriske Strøms magnetiske Virkning, Ørsteds Opdagelse, og den nærmere Udformning af Lovene herom, men tillige den elektromagnetiske Induktion, og i det hele Vekselvirkningen mellem Elektricitet og Magnetisme. Paa denne Vekselvirkning bygger baade Svagstrømsteknikken (Telegrafi og Telefoni) og Stærkstrømsteknikken (Dynamodrift, Kraftoverføring). De øvrige elektriske Fænomener træder ved Siden heraf noget i Baggrunden i deres tekniske Anvendelse.

Men medens man i disse Grene af Elektroteknikken benytter Kobberet og Jernet som Bærere af den elektriske Strøm og de magnetiske Kraftlinier, træffer man i den traadløse Telegrafi Elek-

Digitized by Google

tromagnetismen i dens reneste Form som elektriske og magnetiske Forskydninger i Rummet, frigjort fra materielle Bærere. I Bølgebevægelsen er dette realiseret fuldt ud; men ogsaa i Svingningskredsene i Afsender og Modtager er der Tilløb dertil: For de hurtige Svingninger er Rummet et bedre magnetisk Materiale end Jernet, og af Kobberlederen er kun det alleryderste Lag nyttigt til Ledning af den elektriske Strøm.

Der er ogsaa andre karakteristiske Forskelle. Medens man i de nævnte ældre Grene af Elektroteknikken overfører Energi gennem Kobberledere fra et Sted til et andet af samme elektriske Kredsløb ved en Strøm, som gaar med eller imod en elektromotorisk Kraft, altsaa ved det man kalder Wattstrøm, saa er Strømmen ved hurtige Svingninger wattløs, og Energioverføringen gaar paa tværs af Kobberlederen gennem Rummet.

Det er saaledes i væsentlige Henseender en ny Form af Elektromagnetismen, man har med at gøre i den traadløse Telegrafi, og stiller man sig det Spørgsmaal, hvor denne videre vil føre hen, er det fristende at drage en Parallel med Udviklingen af den ældre Elektroteknik.

Den begynder med Telegrafering, Overførelse af Signaler, hvor det er en underordnet Sag, om der undervejs tilsættes store Dele af den anvendte Energi, naar blot saa meget naar frem, som er tilstrækkeligt til med Sikkerhed at give Signaler, og den fortsætter med den egentlige Energioverføring i stor Stil, hvor kun en Brøkdel tabes undervejs.

I Benyttelsen af Bølger er vi kun naaet til det første af disse Stadier, Overføring af Signaler, og den Energi, som opfanges af Modtageren, er kun en forsvindende Del af den, som afsendes.

Om man ogsaa vil naa til egentlig Kraftoverføring med elektromagnetiske Bølger, er tvivlsomt; endnu er man langt derfra. De nærmeste Fremskridt synes for Øjeblikket at være knyttet til Anvendelse af kontinuerlige Bølger, endvidere er der Bestræbelser oppe for at dirigere Bølgerne i en bestemt Retning. Men hvorledes end Fremtiden former sig paa dette Omraade, er det sikkert nok, at den tekniske Anvendelse af elektromagnetiske Bølger endnu har rige Udviklingsmuligheder.

Digitized by Google

Om Ligevægtstilstande i Atmosfæren.

Af

V. H. Ryd.

I „Fysisk Tidsskrift"s 1ste Aargang findes en instruktiv Behandling af „Dynamiske Temperaturforandringer i Atmosfæren og deres Indflydelse paa Vejrliget" af Adam Paulsen. Som Udgangspunkt toges Undersøgelse af Temperaturforandringerne, naar større Luftmasser bevægede sig op eller ned, og derved blev der bl. a. udledt Betingelserne for Luftens Ligevægtstilstand. I det følgende kommer vi til delvis at behandle samme Emne, men det tør antages, at Forholdene i Atmosfæren frembyder tilstrækkeligt af Interesse til, at man betragter dem fra mere end ét Synspunkt. Som Udgangspunkt for vore Undersøgelser tager vi en hvilende Atmosfære, hvor Tryk og Vægtfylde er bestemt ved en vis Fordeling af Temperaturen; vi undersøger, under hvilke Omstændigheder smaa Luftmængder vil stige eller synke i denne Atmosfære, og faar paa denne Maade Betingelserne for Luftens Ligevægtstilstand, men ved at tage Hensyn til de virkende Kræfter og opstille Bevægelsesligningen for en Luftpartikel faar vi i Udtrykket for Partiklens Hastighedsforøgelse tillige en Maalestok for den Grad af Stabilitet, som Atmosfæren har under givne Forhold.

Vi skal da først undersøge, hvorledes Tryk og Vægtfylde afhænger af Temperaturen, naar Atmosfæren er i Hvile. I Reglen aftager Temperaturen opad; man siger, at *Temperaturgradienten* er μ, naar Luften bliver μ^0 Celsius koldere for hver 100 Meter, man kommer højere op, eller at *Temperaturfaldet* er m for hver Meter, idet $m = \frac{1}{100}\,\mu$. Naar h er Højden i Meter og T Temperaturen, har man altsaa

$$\frac{dT}{dh} = -m.$$

Er Temperaturen T_0 i Højden h_0, har man derfor

$$T = T_0 - m\,(h - h_0),$$

eller

Digitized by Google

$$\frac{T}{T_0} = 1 - \frac{m}{T_0}(h - h_0).$$

Idet p er Trykket (maalt i Kilogram) pr. Fladeenhed, og ϱ er Vægtfylden af Luften i det Punkt, vi betragter, har man endvidere

$$dp = -\varrho\, dh,$$

og desuden har man Luftens Tilstandsligning

$$p = R\varrho T.$$

Heraf findes ved simpel Regning

$$p = p_0 \left(\frac{T}{T_0}\right)^{\frac{1}{mR}} = p_0 \left(1 - \frac{m}{T_0}(h - h_0)\right)^{\frac{1}{mR}},$$

$$\varrho = \varrho_0 \left(\frac{p}{p_0}\right)^{1-mR} = \varrho_0 \left(1 - \frac{m}{T_0}(h - h_0)\right)^{\frac{1}{mR}-1},$$

idet p_0 og ϱ_0 er Tryk og Vægtfylde i Højden h_0.

Det er nu indlysende, at der ikke kan være Ligevægt i Atmosfæren, hvis Vægtfylden tiltager opefter; de øvre tungere Luftdele vil synke ned, og de nedre lettere vil stige op. Grænsetilfældet i denne Henseende er det, hvor Vægtfylden ϱ ikke forandrer sig med Højden. Man ser af Udtrykket for Vægtfylden, at dette finder Sted, naar $mR = 1$, idet man da har $\varrho = \varrho_0$. Nu har man med Benyttelse af velbekendte Betegnelser,

$$R = I(c_p - c_v) = 29.3,$$

og altsaa

$$m = \frac{1}{29.3} = 0.034.$$

Skal der kunne være Ligevægt, maa Temperaturfaldet pr. Meter altsaa højst være 0.034^0 eller, hvad der er det samme, Temperaturgradienten maa højst være 3.4^0. I Virkeligheden vil denne Værdi næppe nogensinde naaes, thi af det følgende vil man se, at længe førend denne teoretiske Grænse er naaet, bliver Luftens Ligevægtstilstand ustadig paa Grund af de Temperaturforandringer, der foregaar, naar Luften stiger eller synker.

I Tidsskriftets 1ste Aargang, Side 100, er den nævnte Grænseværdi fundet ved en anden Fremgangsmaade.

For at finde Betingelserne for den virkelige Ligevægtstilstand tænker vi os, at en lille Luftdel paa en eller anden Maade sættes

Digitized by Google

i Bevægelse opad eller nedad i den forøvrigt stillestaaende Atmosfære. Man kan gaa ud fra, at Luften aldrig er fuldstændig rolig, men at der altid finder smaa Forskydninger Sted, og det er indlysende, at Ligevægten er ustadig, naar Forholdene er saaledes, at en Luftdel kan fortsætte en saadan paabegyndt Bevægelse med voksende Hastighed, medens Ligevægten er stadig, naar Luftdelen vil blive drevet tilbage til Udgangsstillingen. Det er nemmest at behandle det Tilfælde først, hvor Ligevægtstilstanden hverken er stadig eller ustadig, men ligegyldig, altsaa hvor en Luftdel, som sættes i Bevægelse, vilde fortsætte denne med uforandret Hastighed, hvis Gnidningen ikke var.

Vi betragter derfor en lille Luftdel, som befinder sig i Højden h_0, og som har samme Tryk og Vægtfylde, nemlig p_0 og ϱ_0 (og altsaa ogsaa samme Temperatur T_0), som den omgivende Atmosfære. Luftdelen forskydes til Højden h. Det antages nu, at Luftdelen hverken modtager Varme fra eller afgiver Varme til Omgivelserne; Forandringerne i dens Tilstand er altsaa adiabatiske. For saadanne Forandringer gælder Poissons Ligning, og da Luftdelen i Højden h er underkastet Atmosfærens Tryk p, har man, idet Vægtfylden af den bevægede Luft betegnes med ϱ_b, at

$$\varrho_b = \varrho_0 \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{k}}.$$

Vi har tidligere fundet, at naar Temperaturfaldet er m, kan Vægtfylden af den stillestaaende Luft, som nu skal betegnes med ϱ_s, udtrykkes ved

$$\varrho_s = \varrho_0 \left(\frac{p}{p_0}\right)^{1-mR}.$$

Naar $\varrho_b = \varrho_s$, altsaa naar Luftdelen, som sættes i Bevægelse, overalt faar samme Vægtfylde som den omgivende Atmosfære, vil Ligevægtstilstanden være ligegyldig. Luftdelen vil enten svømme i Atmosfæren eller bevæge sig alene paa Grund af sin Inerti. Vi ser, at dette Tilfælde indtræder, naar

$$\frac{1}{k} = 1 - mR,$$

eller

$$\frac{c_v}{c_p} = 1 - mI\ (c_p - c_v),$$

Digitized by Google

altsaa

$$m = \frac{1}{Ic_p} = 0.0099,$$

eller

$$\mu = 0.99.$$

Atmosfæren er altsaa i ligegyldig Ligevægt, naar Temperaturgradienten er 0.99^0, altsaa naar Luften bliver omtrent 1^0 C. koldere for hver 100 Meter opad.

Naar Temperaturgradienten μ er mindre end 0.99^0, vil Ligevægtstilstanden være stadig, er den større end 0.99^0, vil Ligevægtstilstanden være ustadig. I begge Tilfælde kan der blive Tale om Stabilitetens Grad, og for at faa et Maal for denne undersøger vi, hvilke Kræfter der virker paa den bevægede Luft, idet vi dog ser bort fra Gnidningen.

Paa en Rumfangsenhed af den bevægede Luft virker der en Kraft nedad, som maalt i Vægtenheder er lig med Rumfangsenhedens Vægt eller Vægtfylden ϱ_b. Men samtidig virker der en Kraft opad, nemlig Opdriften, som er lig med Vægten af den fortrængte Luftmasse eller Vægtfylden af den omgivende Atmosfære ϱ_s. Da Massen af en Rumfangsenhed her er $\frac{1}{g}\varrho_b$, giver Indsættelse i den almindelige Bevægelsesligning

$$\frac{1}{g}\varrho_b \frac{d^2h}{dt^2} = \varrho_s - \varrho_b,$$

og den betragtede Luftdels Acceleration bliver altsaa

$$\frac{d^2h}{dt^2} = g\left[\frac{\varrho_s}{\varrho_b} - 1\right].$$

Vi har tidligere fundet, at

$$\varrho_s = \varrho_0 \left[1 - \frac{m}{T_0}(h - h_0)\right]^{\frac{1}{mR}-1};$$

endvidere, at

$$\varrho_b = \varrho_0 \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{k}},$$

og da

$$\frac{p}{p_0} = \left[1 - \frac{m}{T_0}(h - h_0)\right]^{\frac{1}{mR}},$$

har man

Digitized by Google

$$\varrho_b = \varrho_0 \left[1 - \frac{m}{T_0}(h - h_0)\right]^{\frac{1}{kmR}}.$$

Indsættes disse Værdier for ϱ_s og ϱ_b i Udtrykket for Accelerationen, faar man

$$\frac{d^2h}{dt^2} = g\left[\left(1 - \frac{m}{T_0}(h - h_0)\right)^{\frac{1}{mR} - 1 - \frac{1}{kmR}} - 1\right].$$

Det bemærkes først, at

$$\frac{1}{R}\left(1 - \frac{1}{k}\right) = \frac{1}{Ic_p},$$

og dernæst, at $\frac{m}{T_0}$ er en lille Størrelse; naar $h - h_0$ ikke bliver meget stor, kan Formlen derfor paa bekendt Maade reduceres til

$$\frac{d^2h}{dt^2} = g\left(m - \frac{1}{Ic_p}\right)\frac{h - h_0}{T_0} = g\,(\mu - 0.99)\,\frac{h - h_0}{100\,T_0}.$$

Saafremt den Ligning, vi gik ud fra:

$$T = T_0 - m\,(h - h_0),$$

ogsaa gælder for $h < h_0$, vil det fundne Udtryk gælde baade for Bevægelse opad og nedad.

Hvis Temperaturgradienten er mindre end 0.99^0, ser man, at Accelerationen bliver negativ, altsaa stadig rettet *imod* Udgangspunktet, og Luften vil udføre Svingninger om dette. Ligevægtstilstanden er stadig.

Er Temperaturgradienten derimod større end 0.99^0, vil Bevægelsen opad eller nedad fortsættes med *jævnt voksende Acceleration.* Ligevægtstilstanden er ustadig.

Det er tidligere omtalt, at hvis Temperaturgradienten bliver større end 3.4^0, er Ligevægtstilstand umulig.

Man indser heraf, at Fordelingen af Temperatur og Tryk i visse Tilfælde kan være saaledes, at den i nogen Tid vil kunne vedligeholde Bevægelsen af en Luftstrøm, som træffer Jordens eller Havets Overflade under en vis Vinkel, kastes tilbage og derpaa stiger. Et saadant Fænomen har man tit Lejlighed til at iagttage. Paa iøvrigt stille Dage vil man nemlig i Reglen paa Vandet kunne se Pletter, hvor Overfladen er kruset, medens Vandet deromkring er aldeles blegt. Disse Pletter, eller vel snarere den Vind, som staar paa disse Steder, kaldes af Sømænd „Pust". Uagtet Vindhastigheden i et saadant „Pust" kan beløbe sig til flere Meter

Digitized by Google

pr. Sek., er selve Pletten tilsyneladende stillestaaende. Luftbevægelsen maa derfor være af den beskrevne Art; der er ligesom gravet en Tunnel i den stille Luft, og denne Tunnel berører Vandet i Pletten og bøjer derefter opad. Nærmer man sig et saadant „Pust" med en Sejlbaad, kan man ogsaa iagttage, at Topsejlet fyldes et godt Stykke derfra, derpaa kommer Turen til de andre Sejl, men nede i Baaden kan man først mærke Vinden, naar man er kommet til det Sted, hvor Vandets Overflade er kruset. Det bør maaske bemærkes, at man ikke maa forveksle „Pust" med „Kattepoter", der ogsaa bestaar i Krusninger, men disse skifter hurtig Plads, idet de frembringes af Vindstød, som farer hen over Vandet.

Ved Opstillingen af Bevægelsesligningen gik vi ud fra, at den Luftmængde, der sattes i Bevægelse, havde samme Vægtfylde i Udgangsstillingen som Omgivelserne. Er Luften lettere (varmere), vil den selvfølgelig altid stige, og er den tungere, vil den altid dale, hvilken Værdi Temperaturgradienten end har. Det almindelige Udtryk for Accelerationen skal ikke udledes her, men findes forøvrigt let, idet man i Udtrykket for Vægtfylden af den Luft, som sættes i Bevægelse,

$$\varrho_b = \varrho_0 \left[1 - \frac{m}{T_0} (h - h_0) \right]^{\frac{1}{mRk}},$$

ombytter ϱ_0 med ϱ_1, der altsaa nu er Værdien af ϱ_b for $h = h_0$. Et specielt Tilfælde, hvor Formlen bliver simpel, bør derimod omtales. Naar $m = \frac{1}{Ic_p}$, altsaa $mR = \frac{k-1}{k}$, faar man

$$\frac{d^2h}{dt^2} = g \left[\frac{\varrho_0}{\varrho_1} - 1 \right].$$

Størrelsen $\frac{\varrho_0}{\varrho_1} - 1$ vil vi udtrykke paa en anden Maade. Hidtil er der kun talt om Temperaturfaldet m for den stillestaaende Luft, men her kan det have Interesse at finde den tilsvarende Størrelse m_1 for den opstigende (eller nedstigende).

Vi har i dette Tilfælde med letforstaaelige Betegnelser

$$\frac{p}{p_0} = \left(\frac{T_b}{T_1} \right)^{\frac{k}{k-1}} = \left(\frac{T_s}{T_0} \right)^{\frac{k}{k-1}},$$

eller

Digitized by Google

$$1 - \frac{m_1}{T_1}(h - h_0) = 1 - \frac{1}{Ic_p T_0}(h - h_0),$$

$$m_1 = \frac{1}{Ic_p} \cdot \frac{T_1}{T_0} = \frac{1}{Ic_p} \cdot \frac{\varrho_0}{\varrho_1},$$

idet

$$p_0 = R\varrho_0 T_0 = R\varrho_1 T_1.$$

Hvis vi vilde definere Temperaturgradienten μ som Faldet pr. 101 Meter, hvilket nemlig svarer til $\mu = 1$ for den ligegyldige Ligevægtstilstand, fik vi heraf

$$\mu_1 = m_1 Ic_p,$$

og altsaa

$$\frac{d^2h}{dt^2} = g[\mu_1 - 1].$$

Det er ikke almindeligt at træffe saa simple Udtryk, hvor det drejer sig om Lufts Bevægelse, men det bør ogsaa bemærkes, at Opgaven ikke er behandlet i Overensstemmelse med Hydrodynamikens Fordringer. Der er nemlig ikke taget Hensyn til Kontinuitetsligningen. Dette betyder dog ikke, at vor Løsning er urigtig, men den gælder (med de Forbehold, som er taget) kun for en enkelt Partikel eller rettere for Bevægelsen langs en enkelt Linie. Derimod er det ikke nogen alvorlig Indvending, at Formlens Simpelhed er opnaaet ved, at vi ogsaa har undladt at tage Hensyn til Gnidningen, thi en lignende Abstraktion foretages, naar man opstiller det ganske tilsvarende Udtryk for Accelerationen af et faldende tungt Legeme; i begge Tilfælde gælder Formlerne kun med en vis Tilnærmelse. Meningen med disse Bemærkninger er i Grunden blot at det vilde være ubilligt at vente, at man for Luftens Vedkommende i noget Tilfælde kunde faa simplere Udtryk for Bevægelsen end ved et Legemes Fald.

I det foregaaende er der ikke taget Hensyn til, om Luften var tør eller fugtig. Den indeholder imidlertid altid Vanddampe, men saa længe de ikke er mættede, har det praktisk talt ingen Indflydelse paa Fordelingen af Tryk og Temperatur. Vore Beregninger støtter sig paa Poissons Ligning, der maa siges at gælde med tilstrækkelig Nøjagtighed for vore Undersøgelser, saa længe der ikke finder Fortætning af Vanddampe Sted. Forholdene forandres derimod, naar Luft, som er mættet med Vanddampe, stiger tilvejrs, thi da vil Trykformindskelsen bevirke, at Luften afkøles, og en

Digitized by Google

Del af Vanddampene vil udskilles som Regn eller som Taage (Skyer). Ved Dampenes Fortætning frigøres den bundne Varme, og den opstigende Luft vil derfor ikke afkøles saa meget som tør Luft. Man kan beregne, hvor stor Afkølingen er under disse Omstændigheder, og ligesom før finde Betingelserne for, at mættet Luft er i ligegyldig Ligevægt. I dette Tilfælde skal mættet Luft, som sættes i Bevægelse opad, stadig have samme Temperatur som den omgivende Luft, hvilket ogsaa kan udtrykkes saaledes, at den bevægede mættede Luft skal have samme Temperaturgradient som den omgivende Atmosfære. Det viser sig nu, at for mættet Lufts Vedkommende afhænger den Temperaturgradient, som bestemmer den ligegyldige Ligevægtstilstand, baade af Tryk og Temperatur. Den noget vidtløftige Beregning findes i Tidsskriftets 1ste Aargang Side 138, og den skal ikke gentages her. Vi aftrykker blot den Tabel, som findes samme Sted.

	-10^0	-5^0	0^0	5^0	10^0	15^0	20^0	25^0	30^0
760 mm	0,76	0,69	0,64	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38
700 —	0,74	0,68	0,63	0,59	0,53	0,48	0,44	0,40	0,37
600 —	0,71	0,65	0,59	0,55	0,49	0,44	0,40	0,37	
500 —	0,68	0,62	0,56	0,52	0,46	0,41	0,38		
400 —	0,63	0,57	0,51	0,47	0,42	0,38			
300 —	0,57	0,51	0,45	0,42					
200 —	0,49	0,43	0,38						

For tør Luft var den tilsvarende Temperaturgradient $0{,}99^0$, men her er den betydelig mindre. Er f. Eks. Trykket 760 mm. og Temperaturen 0^0 C., vil den ligegyldige Ligevægtstilstand allerede indtræde, naar Temperaturgradienten er 0,64. Er nu Trykfordelingen i Atmosfæren saaledes, at den f. Eks. svarer til en Temperaturgradient paa 0,80, vil Ligevægten være stadig, hvis Luften er tør, men ustadig, hvis der et eller andet Sted i den befinder sig mættet Luft. I det hele taget kan det siges, at Vanddampene forringer Luftens Stabilitet. Dette ses ogsaa ved at betragte Udtrykket for Accelerationen for mættet Luft. En Undersøgelse giver nemlig, at man i dette Tilfælde skal erstatte 0,99 i det tidligere fundne Udtryk med Temperaturgradienten, som vi vil betegne ved μ_1, for den ligegyldige Ligevægtstilstand. Idet μ_1, som kan be-

Digitized by Google

tragtes som konstant indenfor et mindre Omraade, findes ved Hjælp af ovenstaaende Tabel, er Accelerationen for opstigende Luft, der er mættet med Vanddampe, og som i Højden $h = h_0$ har samme Vægtfylde som Omgivelserne,

$$\frac{d^2h}{dt^2} = g\,(\mu - \mu_1)\,\frac{h - h_0}{100\,T_0},$$

hvor μ ligesom tidligere er Temperaturgradienten for den stillestaaende Atmosfære.

I denne Formel er den forrige indbefattet, idet μ_1 for tør eller ikke mættet Luft er konstant 0,99. Da μ_1 her er betydelig mindre, og Accelerationen altsaa større, indser man Grunden til, at lave Lufttryk har større Tilbøjelighed til at uddybe sig, naar de bevæger sig over Vand, end naar de bevæger sig over Land. Indenfor det lave Lufttryks Omraade stiger Luften nemlig tilvejrs, men under iøvrigt lige Forhold (samme Trykfordeling) vil Opstigningerne i Almindelighed være stærkere over Vand end over Land, fordi Vinden, som blæser over Vandet, er mættet med Vanddampe eller i hvert Tilfælde i Reglen er fugtigere end Landvinden. Det bemærkes, at naar mer eller mindre tør Luft stiger tilvejrs, vil Afkølingen ved Udvidelsen bevirke, at Dampenes Fortætning indtræder i en større eller mindre Højde; hvis den opstigende Luft just ikke er mættet, men meget nær ved at være det, vil Fortætningen derfor allerede begynde i en ringe Højde.

Man ser derfor ogsaa, at et Barometerminimum, der f. Eks. bevæger sig over de britiske Øer, har Tilbøjelighed til at uddybe sig, naar det kommer ud over Nordsøen, og navnlig finder dette Sted, naar Fænomenet er ledsaget af stærk Regn. Man kunde paa Forhaand være tilbøjelig til at antage, at Opstigningerne af Luftmasserne fandt Sted, fordi Vanddampene fortættedes og derved fortyndede Luften. En Beregning viser imidlertid, at denne Virkning er af forsvindende Betydning. Det er den ved Fortætningen frigjorte Varme, der forstærker Opstigningen ved at gøre Luften lettere, medens Regnen (eller Skydannelsen) maa betragtes som et sekundært Fænomen.

Digitized by Google

Fysik i Skolen.

Fysik i Mellemskolen; Børns egne Forsøg.

Af *Kirstine Meyer*.

Det er snart fire Aar siden, at Undervisningen i Mellemskolen tog sin Begyndelse, og at dermed egentlig Børneundervisning i Fysik for første Gang praktiseredes i de saakaldte højere Almenskoler; der er altsaa nu en Del Erfaring for, hvorledes en saadan Undervisning kan gribes an. Jeg har tidligere her i Tidsskriftet taget Ordet for at lade Undervisningen for en stor Del grundlægges paa Børnenes egne Forsøg, og da jeg nu har prøvet mig frem paa dette Omraade og mener at have fundet en tilfredsstillende Metode, der ikke er altfor vanskelig at gennemføre for Læreren, vil jeg tillade mig i det følgende at skizzere denne i det Haab, at Andre vil komme med deres Erfaringer, og at de, der har Lyst til at prøve en lignende Metode, maaske kan have nogen Nytte af mine Erfaringer. Det er især ved Ordningen af det rent ydre praktiske Apparat, at der har været og er Vanskeligheder at overvinde; jeg fik Hjælp i denne Henseende ved, hvad jeg for et Par Aar siden saa i engelske Skoler*), hvor en Undervisning af den her omtalte Art er omtrent eneherskende.

Efter at jeg nogle Aar forud for Mellemskolens Begyndelse havde praktiseret Børneundervisning i Fysik, havde jeg to Grunde til at prøve paa at lade Undervisningen bygge paa Børnenes egne Forsøg, saa at disse for en Del kunde træde i Stedet for Lærerens Demonstrationer; den ene var Lyst til at imødekomme den Trang til Selvvirksomhed, som er saa udpræget hos Børn, den anden var, at jeg indsaa, at netop meget værdifulde Partier af Fysiken og Kemien, nemlig saadanne, der bygger paa Maalinger af forskellig Art, egnede sig ikke synderlig godt til en Demonstration for en større Klasse, fordi Forsøgene tager for lang Tid og vanskeligt kan ses af mange paa en Gang. Jeg prøvede da først at dele Børnene i Arbejdshold og lade disse udføre forskellige Forsøg samtidigt,

*) Se Fys. Tidsskr. IV 1905—1906 S. 30.

Digitized by Google

idet jeg gav hvert Hold en „Arbejdsseddel“ og fik skriftligt Referat af det udførte Forsøg, hvilket Referat da rettedes af mig. Metoden er meget besværlig for Læreren og har den Mangel, at der er for lidt Samarbejde i Klassen. Først naar alle Forsøgene har cirkuleret kan der være Tale om en samlet Gennemgang af dem, og da er Interessen for denne ikke saa stor, som den vilde være lige naar det enkelte Forsøg er gjort. Imidlertid lærte jeg herigennem, at Børnene kunde gøre Forsøg paa egen Haand, og jeg turde da tilraade de Skoler, jeg arbejder ved, at anvende Penge paa at anskaffe Apparater, saa at samme Forsøg kan gøres samtidig af alle Holdene; jeg mente først, at en skriftlig Vejledning og Redegørelse var nødvendig. Senere har jeg nu indset, at en gennemført Klasseundervisning, baade naar der i Timens Begyndelse gives Besked om, hvilke Forsøg, der skal gøres, og i dens Slutning modtages Besked om, hvad der er gjort, er langt bedre og tillige mindre besværlig at gennemføre. Jeg skal nu i Korthed gøre Rede for den praktiske Ordning, idet jeg paa Forhaand maa sige, at tre Ting er nødvendige, hvis Metoden skal gennemføres godt:

1) Den anvendte Stue maa være temmelig stor; den engelske Skoleledelse kræver mindst $1{,}9\,m^3$ Gulvareal for hvert Barn i saadanne Lokaler.

2) Der maa herske god Orden i de Ting, der skal bruges til Forsøgene.

3) Børnene anbringes helst siddende og saaledes, at Læreren har god Oversigt over deres Arbejdsplads; for at undgaa Uro, maa der være ringe Anledning for dem til at forlade Plads, mens Forsøgene anstilles.

Jeg anbringer derfor Børnene langs den ene Side af almindelige solide Skoleborde, saaledes at alle vender Ansigtet mod Katederet og med saa stor Afstand mellem Bordene, at man kan gaa ind imellem dem uden at genere de arbejdende. Har man f. Eks. 18 Børn, kan de anbringes ved 3 parallele Borde paa den angivne Maade; tillige maa der være ordentlig Plads til Passage for Enderne af Bordene. 2 Sidekammerater arbejder sammen, saa at man i det angivne Eksempel har 3 Arbejdshold ved hvert Bord. Skal der bruges Gas, maa der ved hver Arbejdsplads findes en Hane eller to; hvert Arbejdshold bør efter ethvert Forsøg, hvor der forefalder Rensning af Apparaterne, have en Kande eller større Flaske

Digitized by Google

med Vand, en Skaal til at hælde Vand bort i og et Vidskestykke, for at Rensning af de Genstande, der bruges ved Forsøgene, kan foretages paa Pladsen, uden at Eleverne behøver at løbe til en Vadsk hver Gang. Ligeledes er det tilraadeligt for Ordens og Ros Skyld, naar der skal bruges Kemikalier, da at anbringe dem i saa mange Beholdere, at der kan sættes et Par paa hvert Bord.

Hvert Arbejdshold har et Rum i et Skab og i dette findes følgende Apparater:

Et Maaleglas (100 ccm.)	1 Kr.
En Kogeflaske (med tilhørende gennemhullet Gummiprop, der tillige passer til et større Reagensglas)	0,60 -
En Tragt	0,25 -
En større Emballageflaske (bruges bl. a. som Vandbeholder)	0,40 -
En Spritlampe (eller Gaslampe)	1,00 -
En Reol med 6 Prøveglas (Glassene 0,05 à 0,07 Kr.)	0,80 -
Et Cylinderglas	0,25 -
Et Termometer	1,20 -
En Vægt	3,75 -
En Kasse med Lodder	3,50 -
En Porcellænsskaal	0,40 -
En Porcellænsdigel med Laag	0,30 -
En Jerntrekant	0,15 -
Et Jernstativ med Klemme	4,40 -
En Trefod (eller en Ring til Jernstativet)	1,00 -
En Asbesttraadnet	0,25 -
En Emailleskaal (eller et lille Porcellænsvandfad; bruges bl. a. til Skylleskaal)	0,50 -

Spatel, Læderrem, Pincet, Filtrerpapir, Maalebaand, et Urglas.

Den samlede Pris for disse Apparater er omtrent 20 Kr. for hvert Arbejdshold; de samme Apparater bruges naturligvis af alle Klasserne. Det er nødvendigt at have et Reserveforraad af Glassager, for at man straks kan erstatte, hvad der slaas itu under Forsøgene. Til Oplysning kan tjene, at der i Aaret 1906 i en Skole, hvor de fire Mellemskoleklasser bruger de samme Apparater, til Vedligeholdelse af ovennævnte Apparater og til Kemikalier er brugt 42 Kr. — herunder medregnet Kromsyre til Elementer og Glassager til Demonstrationsforsøg. I nogle Skoler betaler Børnene selv, hvad de slaar itu.

Det er praktisk, at hvert Hold foruden deres Rum i et Skab har en Skuffe i Bordet ved deres Plads; i denne Skuffe kan da

Digitized by Google

Vægten med Lodder samt Filtrerpapir, Pincet og lignende Smaating opbevares. Skabet med Rummene maa være anbragt saaledes, at der falder godt Lys ind i det, naar Skabsdørene aabnes. Rummenes Størrelse maa naturligvis rette sig noget efter Pladsforholdene i det hele taget. Størrelsen 14″ × 18″ er meget passende, men man kan ogsaa nøjes med 12″ × 15″; dog er det store Jernstativ ikke anbragt i Rummene. Det er endvidere bekvemmest, naar Rummene er i en Højde over Gulvet, der passer for Børnene; Skabet kan f. Eks. nederst have Rum af Højde ca. 1 Alen til Opbevaring af andre Apparater, og over disse Børnenes Rum i et Par Rækker. I Rummet maa hver enkelt af de nævnte Ting have sin bestemte Plads og anbringes rene paa denne; særlig naar flere Klasser bruger de samme Apparater, er det nødvendigt at kræve dette gennemført. Med de her nævnte Apparater kan der gøres en Mængde Forsøg over Varmelære, Kemi, Vædsketryk, Vægtfylde, Rumfang; med ringe Tilføjelser over Tyngdepunktsbestemmelser, Vægtstænger, Vejningsapparater m. m.

Ved Begyndelsen af en Time, hvor der skal gøres Forsøg, skriver jeg paa Tavlen en Liste over de Apparater, som skal bruges, og som dernæst hentes til Arbejdspladsen. Dernæst gives Besked til den samlede Klasse om, hvilke Forsøg, der skal gøres, og Hovedpunkterne noteres paa den store Tavle. Samtidig gøres der naturligvis opmærksom paa, hvilke særlige Ting der er at agte paa ved Apparaternes Benyttelse. Dernæst gøres Forsøgene af Børnene, mens jeg gaar rundt og tilser dem; de Resultater, som faas, noteres i en lille Bog. Ved Timens Slutning samles Resultaterne og opskrives under hvert Holds Nummer paa den store Tavle; de sammenlignes og diskuteres. Børnene sætter selv de brugte Genstande paa Plads. Forberedelsen til i den næste Time at kunne fortælle om det udførte Forsøg og dets Resultater, sker da enten med Støtte af de Optegnelser, der er gjorte i Timen, eller ogsaa er — hvad hyppigt er Tilfældet ved den første Undervisning — Forsøget saa nøje knyttet til Teksten i en trykt Bog, at Forberedelsen sker efter denne.

Det er en Selvfølge, at efter denne Fremgangsmaade maa de Forsøg, man gennemgaar i de første og særlig det første Skoleaar, være meget simple. Længde- og Volumenmaaling, Vejninger samt Varmelære giver Anledning til en Rigdom af saadanne Forsøg.

Digitized by Google

Visse Grundregler er der at iagttage. Forsøgene maa vælges saaledes, at de næsten ikke kan mislykkes; det er slappende for Lyst, Disciplin og Tillid til hele Undervisningen, hvis det sker hyppigt for et Barn, at Forsøget mislykkes. Særlig vigtigt er det, at Resultatet bliver godt, hvis der i Fremtiden skal bygges paa det. Jeg skal nævne et Par Eksempler. Et af de vigtigste Begynderforsøg er det, der skal lade Børnene erfare, at en eller anden Vandmængdes Vægt i Gram og dets Rumfang i cm.^{3} maales ved det samme Tal, eller at en Kubikcentimeter Vand vejer et Gram. Dette maa Børnene ikke finde omtrentligt, men skal blive overbeviste om, at det virkelig passer. Lader man dem nu begynde med at afmaale f. Eks. 50 $^{cm.3}$ Vand i et Maaleglas og hælde dette i en Flaske, der staar afbalanceret paa Vægten, vil de naturligvis som Regel ikke finde, at det vejer nøjagtigt 50 $^{gr.}$, thi Rumfangsmaalingen er jo ret unøjagtig, Vejningen langt nøjagtigere. Lader man dem derimod først afveje 50 $^{gr.}$ Vand og dernæst fylde dette i Maaleglasset, vil alle Holdene finde, at 50 $^{gr.}$ Vand fylder 50 $^{ccm.}$ og gentages Forsøget tillige med andre Mængder, giver det alle en fast Overbevisning om at 1 $^{cm.3}$ vejer 1 $^{gr.}$

Et andet Tilfælde af Interesse støder man paa i Begyndelsen af 1ste Skoleaar. Vægten er lært, og Rumfangsmaaling ved direkte Maaling og ved Maaleglas er lært i Forvejen. Det er da ønskeligt at indøve baade Vejning og Rumfangsmaaling samtidig, og tillige at orientere Børnene i Vægtforhold hos Tingene omkring dem. Det ligger derfor nær at lade dem finde Vægten af en Kubikcentimeter af en Del Stoffer, f. Eks. Bly, Messing, Marmor, Glas ved at veje Dele af disse Stoffer og maale disse Deles Rumfang ved at sænke dem i et Maaleglas med Vand og iagttage, hvilket Rumfang Vand der fortrænges. Disse Resultater bliver imidlertid let unøjagtige, fordi Rumfangsmaalingen er saa lidt fin, og man opnaar altsaa kun i meget grove Træk at give Oplysning om Vægten af en cm.^{3} af Stofferne. Denne Fejl kan formindskes stærkt blot ved, at man giver Ordre til at afveje en saa stor Vægtmængde af det Stof, der arbejdes med, som man véd giver et helt Antal Kubikcentimeter. Jeg véd f. Eks, at Messings Vægtfylde er 8,4. Jeg giver da paa Tavlen Ordren: Afvej 33 $^{gr.}$ 600 $^{mgr.}$ Messing.

Hvormange Kubikcentimeter fylder de?

Hvad vejer da en Kubikcentimeter Messing?

Digitized by Google

Jeg véd da, at Rumfangsmaalingen skal give 4 og kan altsaa med Lethed kontrollere Forsøget, og Resultatet vil være i Overensstemmelse med, hvad Eleverne faar ved nøjagtigere Metoder ved Benyttelsen af Arkimedes Lov.

Til Slutning vil jeg blot ved et Eksempel oplyse, hvad jeg har ment, naar jeg gentagne Gange har talt om Nytten af at samle Klassens Resultater i Timens Slutning og tillige antyde, hvorledes man kan ordne Sagerne saaledes, at Elevernes Vandring til og fra Arbejdspladserne indskrænkes til et Minimum. Emnet for Timen antages at være det første Kendskab til Kuldeblanding og Frysning. Jeg har forud for Timen knust en Portion Is og har denne parat med en stor Grydeske i. Hvert Arbejdshold har paa sin Plads Termometer, Emailleskaal, Kogeflaske. Jeg opskriver da paa Tavlen, at hvert Hold skal finde:

Temperatur af Is.

Temperatur af Is, blandet med Salt, først med ringe Saltmængde, derefter med større.

Temperaturen af Vand, der fryser.

Jeg gaar da rundt og fylder for hvert Hold en stor Skefuld knust Is i Skaalen; naar jeg er naaet Rækken rundt, begynder jeg paany og afleverer til hver en ret ringe Saltmængde i hver Skaal. Paa en ny Runde lidt efter, naar Temperaturmaalingen er gjort, afleverer jeg en større Saltmængde, saa stor, at jeg kan skønne, at Minimumstemperaturen er naaet, saaledes at en 3die derpaa følgende Saltmængde ikke vil forandre Temperaturen. Dernæst anstilles Frysningsforsøg med 50 gr. Vand i Kogeflasken. Naar da Resultaterne fra alle Holdene noteres paa Vægtavlen, hvert Hold ud for dets Nummer, kan Klassen drage de almengyldige Slutninger, som det ikke er tilladt at drage af et enkelt Resultat, nemlig at Temperaturen af Isen synker, naar den blandes med Salt og mere for større Saltmængde, det sidste dog kun til en bestemt Grænse; endvidere at Vandets Temperatur holder sig paa 0^0 under Frysningen.

Paa hvert Bord anbringes en større Skaal, hvori hvert Hold tømmer sin Kuldeblanding, inden Skaalens Rensning.

Min Erfaring er, at de Afsnit, der er gennemgaaede paa den Maade, i højere Grad er Børnenes aandelige Ejendom end de andre. Jeg søger derfor at drage flere og flere Afsnit ind derunder; for

Digitized by Google

Lyslærens Vedkommende kan det lade sig gøre, derimod ikke ret vel for Størstedelen af Elektricitetslæren, da Udgiften til Apparater bliver altfor stor; her er det ogsaa mindre nødvendigt, da dens Emner i og for sig er særlig fængslende og udmærket egner sig for Demonstrationsforsøg. Det er i det Hele naturligvis ikke min Mening, at disse overflødiggøres; de paaskønnes endog særligt som Afveksling under den her skizzerede Undervisningsform.

Indsendt til Redaktionen:

Anton Alexander: Matematisk Geografi.

Absalon Larsen: Den polytekniske Læreanstalts elektrotekniske Laboratorium.

Ejnar Hertzsprung: Zur Strahlung der Sterne.

W. Felgenträger: Theorie, Konstruktion und Gebrauch der Feineren Hebelwage.

H. Rasmussen og Kr. Simonsen: Fysik for Mellemskolen I.

Th. Sundorph: Fysik for Realklassen I.

Helge Holst: Elektriciteten til Hefte 29.

Naturen. Norsk Tidsskrift.

Tidsskrift for Vindelektricitet.

Den danske Realskole.

Digitized by Google

Eftertryk forbydes.

Om Maanens Indflydelse paa Vejret*).

Af

D. la Cour.

Jeg har den Ære at skulle give en Fremstilling af Maanens Indflydelse paa Vejret. Det er en Opgave, der ved første Øjekast kan synes noget besynderlig, fordi mit Foredrag for en stor Del vil komme til at handle om Fejltagelser og Daarskaber.

Fra de tidligste Tider har Naturen selv tvunget Menneskene ind paa Iagttagelser af Vejrforholdene, thi det har været iøjnefaldende, hvilke Fordele man vilde naa ved at kunne „spaa" Vejret. Netop i denne Omstændighed har den største Fare for Meteorologiens rolige og sunde Udvikling ligget. Fristelsen efter Ros og Hæder har været for stor; Gang paa Gang har man med et raskt Spring forladt Erfaringens solide Vej og vovet et Spil med Lykken. De Slutninger, man har draget om det kommende Vejr, støtter sig ofte paa Fænomener, hvis Sammentræf og Sammenhæng med Vejrforholdene er lige saa tilfældige som Tærningekast. I disse vilde Skud har Maanen spillet en betydelig Rolle og derved lagt Meteorologien mange Hindringer i Vejen. Det forekommer mig derfor, at „Maanemeteorologien"s Bekæmpelse, eller rettere sagt, at „Maanemeteorologien"s rette Begrænsning er et Emne, der slutter sig nær til det højtærede Selskabs Formaal.

Angaaende Meteorologiens Udvikling er der en Ting til, der er værd at lægge Mærke til. Meteorologien er først i de senere Aar vokset frem til en Videnskab, ikke fordi Interessen for Meteorologien tidligere har ligget brak — tværtimod — der er maaske næppe nogen anden Videnskab, der tæller et saa stort Antal Pionerer —; men som en Forfatter udtrykker sig: „Meteorologiens

*) Foredrag i „Selskabet for Naturlærens Udbredelse" d. 13. Marts 1907.

Digitized by Google

Soldater har stedse været talrige nok, det er Anførerne og Organisationen, der har manglet". Dette gælder netop i høj Grad Maanemeteorologien, der stedse har udøvet en stærk Tiltrækning paa Mennesker.

Af Hensyn til de Fordele, man vilde naa ved at kunne forudsige Vejret, har man til alle Tider ivrigt søgt efter Aarsagerne til Vejrtilstanden og Vejrforandringerne. Men disse Aarsager er det først i den nyere Tid lykkedes at komme paa Spor. Tidligere maatte man nøjes med at søge at finde ud af, hvorvidt der var Sammenhæng mellem Vejrforandringerne og andre Fænomener. Det var iøjnefaldende nok, at Solen spillede en Rolle m. H. t. Vejrforholdene. Dag- og Nat-, Vinter- og Sommervejrliget stod tydeligt i Forbindelse med Solens Stand paa Himlen. Men Solens tilsyneladende ensartede Skive og dens rolige, regelmæssige Gang mellem Stjernerne svarede ikke til de mangfoldige Forhold, hvorunder Vejret gav sig til Kende. I saa Henseende var Maanen med sit skiftende Udseende bedre egnet til at være Vejrprofet. Og endnu flere Kombinationer og Komplikationer fik man Raadighed over ved ogsaa at drage Stjernerne ind i Vejrspaadommene.

Dog var ejheller Stjernehimlen fyldestgørende. Vejret syntes ofte at forandre sig paa en saadan Maade, at det saa ud som en Tilfældighed, ja ofte endog som en Tilfældighed med et Anstrøg af et Lune. Hos Naturfolkene finder man endnu en i Oldtiden og Middelalderen almindelig Tendens til at henlægge „Tilfældighederne" hos Vejret under gode eller onde Magters vilkaarlige Herredømme. Som bekendt spiller særlig Lynet og Tordenen en betydelig Rolle i mange hedenske Religioner. Men man gik endnu videre, idet det ikke alene var Aander, man tillagde Herredømme over Vejrforholdene; det har ogsaa været almindeligt at antage, at visse Mennesker stod i et særligt nært Forhold til Vejret. Fra Hekseprocessernes Tid er der talrige Eksempler paa, hvorledes man gik frem mod ondsindede Vejrmagere. I 1583 blev saaledes i Wien en 73-aarig Kvinde ved Torturmidler tvunget til at tilstaa, at hun havde lavet Vejret i 50 Aar, hvorefter hun blev henrettet. I Limburg og Ungarn blev kort efter Aar 1600 flere Hundrede Hekse og Troldmænd brændte, fordi de havde skadet deres Næster med Haglvejr. Stærke Haglvejr trækker gerne i smalle Striber, og naar

Digitized by Google

en Mands Mark blev ødelagt, og en anden Mands Mark blev skaanet, saa var det jo let at finde Synderen.

Jeg har nævnt, at Stjernehimlen har været benyttet til Vejrspaadomme. Jeg har omtalt dette Forhold, fordi den langt overvejende Del af Fortidens dannede Verden, det være sig Filosoffer, Gejstlige eller Naturforskere hældede til Anskuelser i den Retning. At man mente det alvorligt med Stjernetyderi kan ses af et saadant Eksempel, at en Professor i Medicin i Bologna Geronimo Cardano, der var en stor Stjernetyder, og som blandt andet havde fundet ud af, at han skulde dø i 1575, for at redde Æren ved Nytaarstid sultede sig selv ihjel.

Under saadanne Forhold blev der frugtbar Jordbund for megen Humbug, og der blev drevet en udstrakt Spekulation i Folks Godtroenhed, en Spekulation, der iøvrigt flere Steder har holdt sig lige til vore Dage. Som et Eksempel herpaa kan jeg nævne Udgivelsen af de saakaldte 100-aarige Kalendere, der særlig har floreret i Tyskland, men iøvrigt haft Sidestykker i de fleste Lande. En „100-aarig Kalender" støtter sig eksempelvis paa en Paastand om, at de 7 Himmellegemer Mars, Solen, Venus, Merkur, Maanen, Saturn og Jupiter skiftes til at beherske Vejret her paa Jorden et Aar ad Gangen. Hvilken af de syv Kloder, der er Regent et vist Aar, findes ganske simpelt ved at dividere Aarstallet med 7; Resten vil da angive Numret paa det Himmellegeme i ovennævnte Rækkefølge, der hersker det paagældende Aar. I 1906 ligesom i 1913, 1920 o. s. v. skal Vejret saaledes beherskes af Venus. Naar man saaledes har beregnet, hvem der er Regent, slaar man op i den „100-aarige", hvori det kan læses, hvorledes hvert Himmellegemes Regentskab særlig udmærker sig. Medens Venus er Regent, karakteriseres Vejret som „mere fugtigt end tørt, temmelig varmt og trykkende, særlig skal Foraaret indtræde noget sent, men være tempereret, og Vinhøsten skal være god". Det indrømmes i nogle af disse Kalendere, at en Regent kan forstyrres mere eller mindre i sit Arbejde af de andre midlertidig tilsidesatte Kloder, og der er ført heftige Pennefejder mellem Udgiverne af Kalenderne om, hvilket Himmellegeme der er den kraftigste Regent. Noget saadant trænger ikke til Kommentarer, derimod maaske nok til de „Verifikationer" til det foregaaende Aars Forudsigelser, hvormed Forretningen er udvidet i Frankrig.

Digitized by Google

En stor Del af Maanemeteorologien lider af en lignende Mangel paa Respekt for de almindelige Naturlove. Som Eksempler herpaa skal jeg nævne Maanens Horn (Spidserne af Maanen i Dagene før og efter Nymaane). Saadanne Regler, der endnu er i Kurs flere Steder, er iøvrigt allerede givne af de græske og romerske Forfattere som Aratus og Virgil. Den sidste siger f. Eks. at alt eftersom Hornene synes bøjede fremad, tilbage eller rettede ud, bliver det Søndenvind, Storm eller Regn. Dette er naturligvis kun Indbildninger. Der er imidlertid paa Maanemeteorologiens Omraade lignende Fantasterier ogsaa af nyere Dato. Som et Eksempel skal jeg nævne Falbs Teori om Vejret. Denne Teori gaar i Korthed ud paa, at visse Stillinger af Maanen og Solen har saa stor Betydning for Vejrforholdene her paa Jorden, at disse Stillinger bør betegnes med det foruroligende Navn „Flodfaktorer". Naar Flodfaktorerne indtræffer, og især hvis der indtræffer flere af dem paa en Gang (f. Eks. at Maanen gaar gennem Ækvator samtidig med, at det er Fuldmaane), saa opstaar der hvad Falb kalder for kritiske Dage, og Falb paastaar, at Vejret paa disse Dage er særlig uroligt med Storm, Jordskælv og Oversvømmelser. Den værste Stilling af Maanen og Solen er efter Falbs Beregninger heldigvis sjælden. Den indtraf Aar 4000 før Kr. F. og vil først indtræffe igen Aar 6400 efter Kr. F., i hvilke Aar der skal være en kritisk Dag, paa hvilken der er et Sammentræf af ikke mindre end fem Flodfaktorer. Ogsaa Mave- og Tarmsygdomme staar efter Falb i Forbindelse med Flodfaktorerne, paa hvilke han henleder Lægernes specielle Opmærksomhed. Falbs Spaadomsgave, der nu er arvet af hans Søn, bliver økonomisk set vel udnyttet. Hvert halve Aar udgives en lille Kalender, der foruden en Fortegnelse over de kommende kritiske Dage, og hvad man deraf kan vente, i en elegant Salonstil behandler forskellige meteorologiske Spørgsmaal Sagen mere eller mindre vedrørende.

Jeg skal ikke opholde mig længere ved denne Side af Sagen, men gaa over til at meddele, hvad man ved om Maanens Indflydelse paa Vejret.

Hvis man ud af det følgende, jeg vil omtale, kommer til den Erkendelse, at saa har Maanen jo dog altsaa en Indflydelse paa Vejrforholdene, saa er dette i og for sig rigtigt. Men Virkningen af Maanen er — og det vil jeg straks slaa fast — saa ubetydelig, og der hører saa lange, regelmæssige og omhyggeligt beregnede

Digitized by Google

Observationsrækker til blot for at spore Virkningen fra Maanen, at der aldeles ikke, i hvad jeg vil sige, ligger nogen Indrømmelse til dem, der mener, at de personligt, med egne Øjne eller med Følelsen har lagt Mærke til, at Maanen har den eller den Indflydelse paa Vejret. Dertil er de menneskelige Sanser for begrænsede og den menneskelige Hukommelse for svag.

Efter Newtons Paavisning af at Flod og Ebbe i Havet skyldes Maanens Tiltrækningskraft, var det berettiget at antage, at der kan foregaa et lignende Flod- og Ebbefænomen i Lufthavet. Efter at forskellige store Naturforskere: Bernoulli, d'Alembert og Lambert havde arbejdet paa dette Spørgsmaal, fandt Laplace ved Beregning, at der maatte være et saadant Flod- og Ebbefænomen i Atmosfæren. Han viste tillige, at Fænomenet maatte være mest udpræget i Nærheden af Ækvator, og at Fænomenet gav sig til Kende ved, at Barometret ligesom Havet to Gange i Døgnet steg og faldt ca. $^1/_{18}$ Millimeter. Ved omhyggelige og langvarige Barometerobservationer i de ækvatoriale Egne — nemlig paa St. Helena, i Singapore og i Batavia — har man ogsaa fundet et saadant Flod- og Ebbefænomen, idet Barometret i Gennemsnit to Gange i Maanedøgnet stiger og falder noget mindre end $^1/_{10}$ Millimeter. Dette er et uomtvisteligt Faktum. Spørges der, hvad Følgerne heraf bliver med Hensyn til Vejrforholdene, saa maa der svares, at Følgerne næppe er paaviselige. De Forandringer i Lufttrykket, der skyldes Maanen, er saa smaa i Sammenligning med de Variationer i Lufttrykket, der skyldes andre Omstændigheder, at man praktisk talt kan se bort fra dette Flod- og Ebbefænomen.

Naar man almindeligvis hører om Maanens Indflydelse paa Vejret, saa er det imidlertid heller ikke om saadanne Omstændigheder, der som Flod- og Ebbefænomenet varierer to Gange i Døgnet, at Sagen drejer sig.

Hvad der i særlig Grad til alle Tider, selv nu om Stunder er vigtigt for „Maanemeteorologerne", er Maanens Faser. Den iøjnefaldende Sammenhæng, der ofte paastaas at være mellem f. Eks. Maanens Kvarterskifte og Forandringer i Vejrforholdene, mellem Frostperioder og Fuldmaane eller lignende, er imidlertid, som Observationsrækkerne udviser, kun ganske ubetydelig, ja den eksisterer praktisk talt slet ikke.

Foruden det Flod- og Ebbefænomen, jeg før har omtalt, synes

Digitized by Google

Maanen at have den Indflydelse paa Lufttrykket, at Barometret i Gennemsnit staar højere, naar Maanen er længst borte fra Jorden, end naar Maanen er nærmest Jorden. De Talrækker for Lufttrykforandringerne man er naaet til i saa Henseende er imidlertid meget smaa; Forandringerne er størst i Troperne. De er i hvert Fald ikke over 0,2 mm, men den sandsynlige Fejl paa Beregningen af Forandringernes Størrelse er endnu saa stor, at man ikke kan angive Talværdien nøjere.

Det synes efter de foreliggende Observationsrækker, at der er størst Tilbøjelighed til Regn ved Fuldmaane og mindst Tilbøjelighed til Regn ved sidste Kvarter. Naar Maanen er nærmest Jorden, synes der ogsaa at være større Tilbøjelighed til Regn, end naar Maanen er fjærnest fra Jorden. Paa disse Omraader er Maaneindflydelsen imidlertid kun saa ringe, at det fremdeles er et aabent Spørgsmaal, om ikke Iagttagelser fra en længere Aarrække vil ophæve Resultatet. Imidlertid tør man ikke benægte, at der kan være en Sammenhæng mellem Maanen og Nedbørsforholdene, thi paa Grund af Maanens Indflydelse paa de luftelektriske Forhold, kan der meget godt være en Sammenhæng ogsaa mellem Maanens Stilling eller rettere mellem Solens og Maanens Stilling og Nedbørsforholdene her paa Jorden. Maanens Indflydelse er dog saa lille, at det vilde være meningsløst at tage Hensyn dertil ved Forudsigelser om Nedbøren.

At Maaneskifterne betyder Forandring i Vejret, at Fuldmaanen giver Frost om Vinteren, eller at Maanen klarer Luften eller lignende, det er der i hvert Fald endnu ikke hverken noget, der tyder paa, eller nogen fornuftig Grund til at antage. Derimod kan man sige, at det om Vinteren i Maaneskin oftest er Frost. Men det er ikke Maanens Skyld. Det er, fordi Himlen maa være klar, for at der kan være Maaneskin, og naar Himlen er klar, bliver Nætterne kolde, fordi Jordens Varme gaar ud i Verdensrummet.

Med Hensyn til den Nytte, man kan have af Maanen som Vejrprofet, saa er der ikke noget Tegn i Maanen, om jeg maa kalde det saa, hvis Betydning blot tilnærmelsesvis kan sammenlignes med Iagttagelserne af, om der er en Ring omkring Maanen eller ej. Der kan være forskellige Ringe omkring Maanen, den rigtige Slags er en Ring, der er saa langt fra Maanen, at man,

Digitized by Google

naar man udstrækker Armen, omtrent kan spænde fra Maanen og til Ringen med Tommel- og Pegefingeren. Ringene skyldes Lysbrydningen i de fine, nydannede Isnaale i de højere Luftlag. Jo stærkere denne Ring er, desto større Sandsynlighed er der for Nedbør og eventuelt for Blæst inden 24 Timer.

Naar Talen er om Maanens aktive Indgriben i Vejrforholdene her paa Jorden, vil Spørgsmaalet i Fremtiden sikkert særligt angaa Maanens Indflydelse paa de elektriske Forhold i Luften. I Atmosfæren sker en stor Del af Fortætningen af Vanddampen paa den Maade, at de frie Ioner danner Kondensationskernerne. Man er derfor berettiget til at antage, at der er en nøje Forbindelse mellem Luftelektriciteten og forskellige andre meteorologiske Elementer

Der findes jo som Regel en elektrisk Spænding i Luften. De svenske Professorer Arrhenius og Ekholm har fundet, at denne Spænding er mindst, kort før Maanen staar højest paa Himlen. Dette fremgaar af Forsøg paa saa forskellige Steder af Jorden som Kap Horn, ved Perpignan (i Sydfrankrig), i Helsingfors og i Lapmarken. Den daglige Variation i den elektriske Spænding varierer mellem 3 og 9 % af Middelværdien. De samme Forskere mener ogsaa at have fundet, at den elektriske Spænding i Luften er afhængig af Maanens Omløb omkring Jorden. De angiver endogsaa, at der i saa Henseende er meget større Variationer i Spændingen, nemlig ved Kap Horn og paa Spitzbergen ikke mindre end 80 % af Middelværdien, ved Helsingfors og St. Petersborg 20 % og ved Perpignan 12 %. Der er imidlertid hertil det at bemærke, at særlig for Kap Horns og Spitzbergens Vedkommende støtter Resultatet sig kun paa korte Observationsrækker, og for kortere Tider kan Perioder, der afhænger af Maanens Bevægelser, godt forveksles med Perioder, der afhænger af Solens Akseomdrejning, og altsaa af Solpletter eller lignende.

De samme svenske Forskere angiver endvidere, at for Sverigs Vedkommende er der flest Tordenvejr, nemlig 30 % over Middelværdien, 4 Dage før Fuldmaane og færrest Tordenvejr, nemlig 18 % under Middelværdien, 4 Dage efter Fuldmaane.

Hvad man med størst Sikkerhed kan paavise, er Maanens Indflydelse paa Jordmagnetismen. Naar Maanen staar højest paa Himlen og lavest under Horizonten, er Misvisningen mindst. Variationen beløber sig for mange Steders Vedkommende til godt 20".

Digitized by Google

Denne Indflydelse af Maanen er nærmest at sammenligne med et Flod- og Ebbefænomen. Observationerne giver nemlig, at Virkningen er 1,23 Gange større, naar Maanen er nærmest Jorden, end naar den er fjærnest Jorden. Det svarer til en tredie Potens af Maaneafstanden. (Den beregnede Værdi er, at Virkningen skal være 1,225 Gange større). Maanens Indflydelse paa Jordmagnetismen skyldes sandsynligvis Maanens Indflydelse paa de luftelektriske Forhold.

Jeg skal omtale Maanens Straaler lidt nærmere.

Naar et Legeme, f. Eks. en Kakkelovn, opvarmes, saa er det bekendt, at man kan mærke en Varmestraaling fra Kakkelovnen, selv om denne ikke netop er saa varm, at den er glødende. Staar man i Nærheden af Kakkelovnen og ser paa den, svier det i Øjnene, fordi Straalevarmen tørrer Øjeoverfladen. Selve Varmestraalerne kan man ikke se, bl. a. fordi den mørke Varmestraaling, som man kalder den, ikke kan gaa gennem Øjeæblet til Synsnerven. Bliver Kakkelovnen endnu varmere, saa begynder den at gløde — først ser den rød ud, og bliver den endnu varmere, bliver den, hvad man kalder for hvidglødende. En rødglødende Kakkelovn er ikke saa varm som en hvidglødende.

Ved at analysere de Straaler, der kommer fra en glødende eller blot fra en varm Genstand, kan man med temmelig stor Sikkerhed sige, hvilken Temperatur den paagældende Genstand har. Jeg skal gøre dette anskueligt ved et Forsøg. —

Ved Hjælp af Iagttagelser over, hvilke Straaler i Spektret der er de stærkeste, kan man regne sig til Temperaturen af det Legeme, der udsender Straalerne. Saadanne Forsøg har man anstillet med de Straaler, der kommer fra Maanen, og ved Hjælp heraf har man beregnet, at Maaneoverfladen, naar det er Fuldmaane, i Gennemsnit har en Temperatur paa ca. 110° Cels. Dette Resultat kan man for Resten ogsaa komme til paa andre Maader. Man ser heraf, hvilken beskærmende Indflydelse mod Solstraalerne en Atmosfære har. Paa Fuldmaanen, hvor der ikke er Luft, stiger Temperaturen — skønt Fuldmaanen er længere borte fra Solen, end Jorden er — ved Solens Bestraaling til 110° Cels. Saadan vilde Temperaturen temmelig sikkert ogsaa stige her paa Jorden i Solskin, hvis Luften ikke beskærmede os. Endnu tydeligere ser man dog Luftens beskærmende Virkning paa Varmeforholdene,

Digitized by Google

naar Solskinnet ophører. En klar Nat kan Temperaturen her paa Jorden nok falde adskillige Grader, fordi noget af Jordens Varme straaler ud i Himmelrummet. Men paa Maanen er denne Udstraaling langt stærkere. Holder Solen pludselig op med at skinne paa Maanen f. Eks. ved en Maaneformørkelse, saa falder Temperaturen paa Maaneoverfladen meget stærkt. Allerede to Timer efter, at Solskinnet er ophørt, er Maaneoverfladens Temperatur saadan noget som ÷ 150 Grader. Det er en Temperatursvingning paa ca. 250° i Løbet af et Par Timer. Maaneklimaet er derfor ikke behageligt.

Med Hensyn til Spørgsmaalet om, hvilken Indflydelse Maanens Straaler har paa Temperaturforholdene her paa Jorden, saa har man regnet ud, i det mindste tilnærmelsesvis, da man kender Forholdet mellem Intensiteten af Solens og Maanens Straaler, hvor meget Maanens Straaler ved Fuldmaane i det højeste kan forandre Temperaturen her paa Jorden. Resultatet er, at hvis Maanen altid var fuld og til Stadighed vendte sin 110° varme Side mod os, saa vilde Temperaturen her rimeligvis stige ganske lidt, nemlig ca. $^1/_{10000}$ Grad. Dette er saa lidt, at man herefter ikke kan vente, at Maanen har nogen praktisk Betydning for Temperaturforholdene her paa Jorden.

Medens Maanen derfor som Varmegiver saa godt som ingen Værd har for os, er Maanelyset i sig selv en Faktor af praktisk og økonomisk Betydning — jeg behøver kun at henvise til, at man i adskillige Provinsbyer sparer at tænde Gadelygterne i Maaneskin.

Digitized by Google

Eftertryk forbydes.

Om Forandringer i Temperaturforholdene*).

Af

D. la Cour.

Fra forskellig Side hører man ofte Udtalelser om, at Vejret i store Træk synes at have forandret sig. Det hævdes saaledes, at Vintrene ikke mere er, som de var for en Snes Aar siden — man kender f. Ex. snart ikke mere til Istransporter, og ogsaa Somrene menes nu om Stunder at være mindre varme, end man mindes, at de gennemgaaende var i tidligere Tider. Det er Spørgsmaalet herom, jeg skal søge at belyse ved at tale om de periodiske Svingninger i Vejrforholdene, man dels efter ældre Beskrivelser, dels efter nyere Observationer mener at have fundet.

Jeg vil straks fremhæve, at man ikke i Praksis benytter Kendskabet til de regelmæssige Forandringer i Vejrforholdene til Forudsigelser om Vejret for enkelte Dage; hertil benyttes ganske andre Fremgangsmaader. Som jeg senere nærmere skal vise, har man dog stor praktisk Nytte af at kende de regelmæssige Forandringer i Vejrforholdene, selv om Forandringerne kun er smaa; ja man kan sikkert uden Overdrivelse sige, at denne Nytte af Meteorologien mindst er lige saa stor som de Fordele, man kan drage af en mere detailleret Forudsigelse om Vejret. Den daglige Forudsigelse om Vejret er i hvert Fald en Gren af Meteorologien, der tildels for at tilfredsstille de stillede Krav vel nok noget for tidlig er naaet ud fra Meteorologernes Arbejdsværelser, idet den almindeligt er betragtet som den Opgave Meterorologien først burde paatage sig.

Der findes i Temperaturforholdene Perioder, der er meget iøjnefaldende. Dette gælder saaledes om de Forandringer i Tempe-

*) Foredrag i „Selskabet for Naturlærens Udbredelse“ den 20. Marts 1907.

Digitized by Google

raturen, der i Hovedsagen gentager sig dagligt og aarligt. Enhver ved, at med Undtagelse af Polarregionerne, hvor Solen om Vinteren ikke viser sig paa Himlen, er Dagene gennemgaaende varmere end Nætterne, og at visse Tider af Aaret er varmere end andre Aarstider. Hvor stor Forandring, der gennemsnitlig er i Temperaturen i Aarets Løb, er meget forskellig paa forskellige Steder af Jorden. I Batavia har Aarets koldeste Maaned (Januar) en Gennemsnitstemperatur af $25^{0},_{3}$ og den varmeste Maaned (Oktober) en Gennemsnitstemperatur af $26^{0},_{4}$; dette svarer til en aarlig Forandring i Maanedernes Gennemsnitstemperatur paa kun $1^{0},_{1}$. I Werchojansk i Sibirien er Temperaturen i Januar og Juli henholdsvis $\div$ 51,^{0} og $+$ $15^{0},_{5}$; dette svarer til en aarlig Forandring paa 66,$^{0}_{5}$.

Det vilde være i høj Grad uklogt af Mennesker ikke at rette sig efter den aarlige Periode i Temperaturen. Der kan ganske vist indtræffe Sommerdage, der er koldere end visse Vinterdage. Her i Kjøbenhavn har en Dag i December 1814 saaledes haft en Gennemsnitstemperatur paa $10^{0},_{2}$, medens Gennemsnitstemperaturen en Dag i Juni 1805 kun var $5^{0},_{6}$, ja i 1865 faldt Temperaturen i Juni endog en Gang til $\div$ $0^{0},_{4}$. Ikke desto mindre staar man sig i Praksis ved at forudsætte den sædvanlige aarlige Temperaturgang, saa Kornet om Foraaret og gøre Regning paa, at Sommeren vil blive den frugtbareste.

Det er omtrent halvandet Aarhundrede siden, at man i større Maalestok begyndte at opnotere Varmeforholdene efter Thermometre. Det er i flere Henseender uheldigt, at disse Thermometermaalinger i Reglen begyndte i Byer, der senere er tiltaget betydeligt i Størrelse. Dette medfører, at man ikke godt ved at sammenligne de ældre Temperaturmaalinger med de nyere kan se, om Klimaet har forandret sig. Jo større en By bliver, jo større Flade byder Hussiderne til Optagelse af Solens Straaler, og jo mere kunstig Varme frembringes om Vinteren i Byen. Herved stiger Luftens Temperatur i Byen. For Paris og Berlin regner man saaledes, at selve Byens Tilstedeværelse har forhøjet den paagældende Egns Temperatur med henholdsvis $1,^{0}_{1}$ og $0,^{0}_{8}$.

Der er imidlertid andre Veje, ad hvilke man kan danne sig en Forestilling om de tidligere Temperaturforhold, og forskellige af disse Veje fører tilmed langt længere tilbage i Tiden end til Begyndelsen af Thermometeriagttagelserne. Hos Historieskriverne og

Digitized by Google

i andre Beretninger kan man finde Oplysninger om, hvornaar det har været saa strenge Vintre, at der har kunnet foregaa nogen videre Trafik over Havisen. Fra saadanne Kilder fremgaar det, at man i Middelalderen ofte har haft meget strengere Vintre, end vi kender dem nu. I det 11., 12. og 13. Aarhundrede har man ofte kunnet færdes paa Østersøens Is fra Danmark og Sverrig til Pommern, ja disse Veje var endog til Tider saa stærkt benyttede, at der blev indrettet Herberger paa Hovedruterne. Selv et saa uroligt og saltholdigt Hav som Skagerak frøs den Gang til i adskillige Vintre, saa man kunde færdes over Isen fra Danmark til Norge. I 1234 kunde man i Venedig køre med tunge Vogne paa Kanalerne. Noget tilsvarende kendes ikke mere. I Vinteren 1423—24 kunde man sidste Gang færdes over Skagerak, i 1636 sidste Gang fra Skaane til Bornholm og i 1631 var Strædet ved Konstantinopel sidste Gang tillagt.

Endvidere kan det nævnes, at i Følge Tycho Brahes meteorologiske Dagbog, der er ført paa Hveen fra 1582 til 1597 var der den Gang i Februar og Marts gennemsnitlig 3 Gange saa mange Dage, paa hvilke det sneede, som paa hvilke det regnede, nu er der i disse Maaneder meget nær ligesaa mange Regndage som Snedage.

Side om Side med at Vintrene er blevne mildere, synes det, at Somrene er blevne mindre varme. Forskellige Planter har tidligere kunnet vokse baade nordligere og højere op ad Bjærgene, end hvor de nu kan trives. Der har været dyrket Druer i England, Tyskland og Frankrig paa Steder, hvor Frugten ikke nu kan modnes; Vinen fra Paris' Omegn blev saa god, at den til Stadighed blev drukket paa Kongen af Frankrigs Bord.

Ved en nøjere Undersøgelse af disse Forhold synes det at fremgaa, at for de sidste Aarhundreders Vedkommende, er Sommervarmen blevet ligesaa meget lavere, som Vintertemperaturen er blevet højere, saaledes at Aarets Middeltemperatur altsaa ikke er forandret saa meget, at man kan se det, hverken i Retning af større eller mindre Varme. Men selve denne Udjævning af Aarets Temperatur — særlig Manglen paa ordentlig Sommervarme kan have en betydelig Indflydelse paa Plantevæksten og derigennem paa Livsbetingelserne. Det hænger f. Eks. maaske sammen hermed, at Middelalderens Befolkning paa Island er aftaget til det

Digitized by Google

halve, og at Velstanden nærmest er borte. Ganske vist er Skovene paa Island forsvundne, men det er mere end tvivlsomt, hvorvidt dette kan være Aarsag til en kendelig Klimaændring. Paa Grønland, hvor der i hvert Fald ikke har været Skov, laa tidligere de blomstrende normanniske Kolonier; Hans Egede opgiver Indbyggerantallet paa Grønlands Vestkyst til i 1723 at være 30,000; i 1813 var Indbyggerantallet 6583, nu er det steget lidt igen.

Foruden gennem Optegnelserne om strenge Vintre kan man ogsaa ad andre Veje faa en Forestilling om Temperatur og iøvrigt ogsaa om Nedbørsforholdene adskillige Aarhundreder tilbage i Tiden.

Man har saaledes Optegnelser, der strækker sig tilbage til Aar 1700, angaaende Vandstanden i det kaspiske Hav. Fra Tid til anden er visse Øer med Naphtakilder forsvundne og atter hævede over Vandspejlet. Det viser sig, at disse Forandringer er foregaaet i Perioder paa ca. 35 Aar. Da Vandstanden i det kaspiske Hav er afhængig af Temperatur-, Nedbør- og Fordampningsforholdene, er det rimeligt at antage, at de 35aarige Svingninger af Middelvandstanden svarer til en 35aarig Svingning af de nævnte meteorologiske Elementer.

En anden Støtte for en saadan Antagelse om, at der har været en 35aarig Svingning i Vejrforholdene, er den Omstændighed, at Alpegletscherne med lignende Mellemrum har skudt sig længere ned i Dalene og atter trukket sig tilbage. Man har ment at kunne konstatere, at Gletschernes Tilvækst fulgte efter kolde og fugtige Aar, medens Gletschernes Tilbagegang var betinget af varme og tørre Aar. Om disse Ismassers Fremstød haves Optegnelser, der gaar ca. 400 Aar tilbage.

En tredie Støtte for den 35aarige Periode i Vejrforholdene er Optegnelserne over, hvornaar Vinhøsten i Frankrig er indtruffet de forskellige Aar. Denne har varieret over et Tidsrum af $1^1/_2$ Maaned og med nogle Afvigelser i Perioder paa 35 Aar, saaledes at Vinhøsten skiftevis har været tidlig og sen. Optegnelserne herom gaar tilbage til før Aar 1000.

En fjerde Støtte er Optegnelserne over, hvornaar Isgangen om Foraaret indtraf paa de store russiske Floder, hvornaar altsaa Flodsejladsen har kunnet begynde. Ogsaa heri finder man en 35aarig Periode, ligesom denne Periode genfindes i Optegnelser over Vandstanden

Digitized by Google

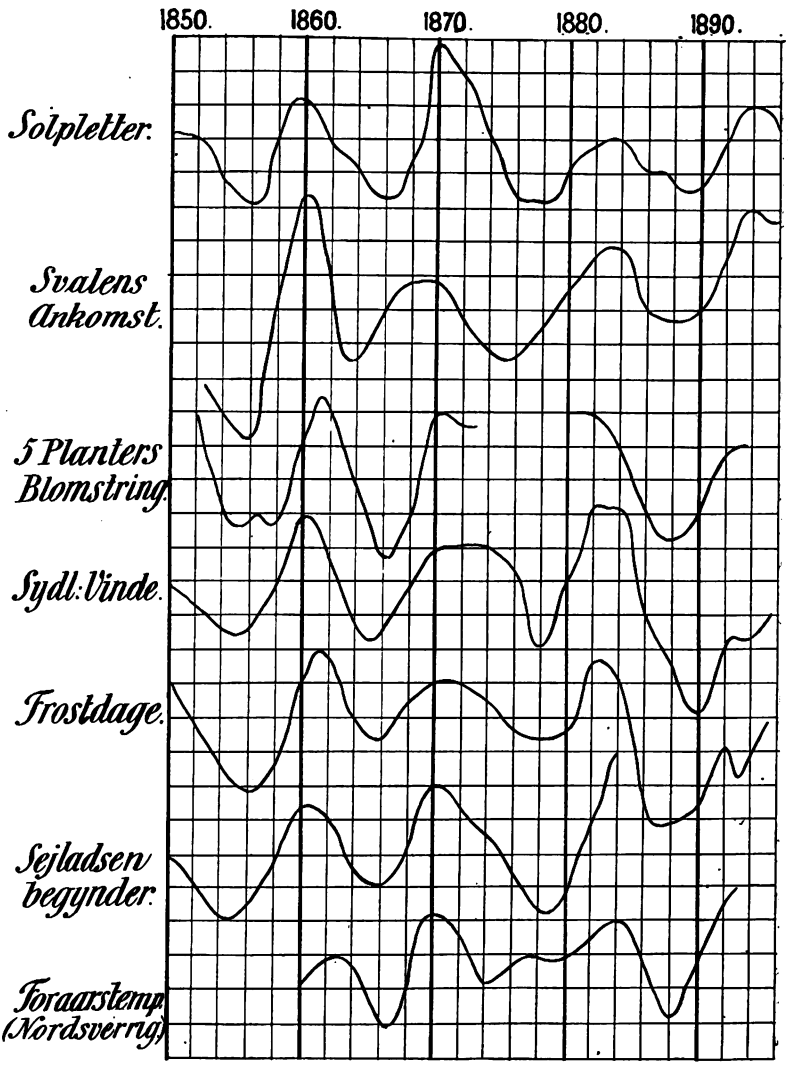
i Floderne. Den 35aarige Periode i Vejrforholdene er paa tilsvarende Maader, som her er angivet, eftervist for Størstedelen af Jorden, idet Vejret de fleste Steder synes at skifte mellem at være koldt og fugtigt og varmt og tørt. Alle Egne paavirkes imidlertid ikke paa samme Maade af Perioden, og dette gør Undersøgelserne deraf ret vanskelige. At Virkningen kan være forskellig i forskellige Egne og til forskellige Tider, kan man nok forstaa; en lignende forskelligartet Virkning har f. Eks. Blæsten. Denne mildner et Fastlandsklima om Vinteren og bringer Afkøling om Sommeren. Et Sted med Øklima kan derimod paa Grund af Fralandsvind blive afkølet om Vinteren og opvarmet om Sommeren.

Danmark ligger omtrent paa Grænsen mellem Egne, der paavirkes forskelligt af den 35aarige Periode, nemlig Rusland og Nordhavet. Virkningen af Perioden er derfor ret ubetydelig heri Landet. I Vestsibirien gør Perioden sig derimod i høj Grad gældende. I Gennemsnit er Regnmængden i de fugtige Perioder dobbelt saa stor som i de tørre Perioder. I Sibiriens Klima, der i sig selv er tørt, har dette saa meget at sige, at man har ment at kunne eftervise, at de Landomraader, der egnede sig til Opdyrkning skiftevis er mer eller mindre udstrakte. I Mellemevropa synes den 35aarige Periode i Vejrforholdene for Nedbørens Vedkommende at andrage en Variation paa 24 % af Middelnedbøren.

Saavel i Amerika som her i Evropa har de 35aarige Temperatursvingninger paa sine Steder en kendelig Indflydelse paa Isforholdene og derigennem paa Sejladsen. I det 19. Aarhundrede indtraf der i Rusland tre kolde og to varme Perioder. I de kolde Perioder var St. Petersborgs Havn gennemsnitlig hver Vinter spærret i henholdsvis 164, 160 og 160 Døgn, medens Havnen i de varme Perioder gennemsnitlig kun var spærret 133 og 142 Døgn. Der var altsaa Isspærring paa godt 3 Uger mere i de kolde Perioder end i de varme Perioder. Dette svarer til $^1/_{10}$ af hele den Tid, da denne Havn overhovedet kan benyttes til Skibsfart. Det vilde være uklogt i det praktiske Liv ikke at tage Hensyn hertil.

Jeg skal dernæst omtale en anden Periode i Klimaet. I Betragtning af den overvejende Betydning, Solen har for Vejrforholdene, var det naturligt at vente, at man vilde finde en Overensstemmelse mellem Solpletterne og Klimaet. Som bekendt tiltager og aftager Solpletterne saavel i samlet Areal som i Antal i Løbet

Digitized by Google



Øverste Kurve: Relativtal for Solpletter (Ordinat: Relativtallet).
2. Kurve: Ankomsttid for Svalerne (Ordinat: Dato).
3. Kurve: Udspringstid for 5 Planter (Ordinat: Dato).
4. Kurve: Aarlige Antal Dage med Sønden vind over de britiske Øer (Ordinat: Antallet).
5. Kurve: Aarlige Antal Dage med Frost ved London (Ordinat: Antallet).
6. Kurve: Sejladsen kan begynde om Foraaret paa de finske Floder (Ordinat: Dato).
7. Kurve: Middeltemperaturen i Foraarsmaanederne i Nordsverig (Ordinat: Temperatur).

Digitized by Google

af godt 11 Aar, idet dog denne Til- og Aftagen, som Figuren viser, ikke foregaar med lige lange Mellemrum. Studiet af Solpletternes Indflydelse paa Vejrforholdene er da ogsaa drevet efter en større Maalestok, og der er derved paa mange Punkter kommet ikke alene interessante men ogsaa praktisk nyttige Forhold frem. For Undersøgelserne af Solpletternes Indflydelse paa Klimaet gør der sig i høj Grad Vanskeligheder gældende af lignende Art, som før omtalt, idet Solpletternes Indflydelse er forskellig efter Tid og Sted. I Nordindien og Sydindien er Solpletternes Indflydelse paa Vejrliget netop den omvendte om Vinteren og Sommeren. Undersøgelserne maa derfor foretages med stor Forsigtighed. Som Resultater, man har fundet, skal jeg nævne:

I Gennemsnit af Iagttagelser fra Stationer fordelte over hele Jorden er Temperaturen $0{,}54^0$ højere i de pletfattige Aar, end naar der er mange Solpletter. En saadan Temperaturforhøjelse svarer f. Eks. til, at Foraaret heri Landet vil indtræffe godt 3 Døgn tidligere. At det er varmest i de pletfattige Aar kan synes underligt, da selve Solintensiteten (Solstraalerne) synes stærkest i de Aar, der er mange Pletter. Men saadanne Aar, altsaa Pletaarene, er der flere Skyer end i de pletfattige Aar (rimeligvis paa Grund af de luftelektriske Forhold) og dette kan være Aarsagen til, at det er koldest her ved Jordens Overflade i Pletaarene. Efter nogle Opgørelser falder der i Mellemevropa ca. 50 mm. mere Regn i Pletaarene end i de pletfattige Aar, men den sandsynlige Fejl paa dette Tal er dog endnu stor.

I Ægypten, hvor det saa godt som ikke regner, skyldes Landets Frugtbarhed som bekendt, at Nilen hvert Aar gaar over sine Bredder og vander Landet. Aarsagen hertil er meget stærke Regnskyl i Egnene ved den øvre Nil. Jo højere Nilen gaar over sine Bredder, des mere Land bliver frugtbargjort. Af praktiske Grunde har man Optegnelser om, hvor meget Nilen hvert Aar er steget, og disse Optegnelser viser, at der er en vis 11aarig Regelmæssighed i Nilens Vandstand og derfor rimeligvis ogsaa i Nedbørsforholdene ved Nilens Kilder.

I Østrig er Vinhøsten fra 1754 til 1853 i Gennemsnit 5 Dage tidligere i Pletaarene end i de pletfattige Aar, og Vinen er gennemgaaende bedre saavel i Kvantitet som i Kvalitet.

Nogle flere Sammentræf mellem Variationerne af Solpletterne

Digitized by Google

og Fænomener her paa Jorden er antydede i Figuren Side 219, der naturligvis er tegnet med en vis Udjævning. Øverste Kurve angiver, hvad man kalder Relatativtallet for Solpletter, og viser, hvorledes der ca. hvert 11. Aar er mange Pletter. Af de følgende to Kurver giver den ene en grafisk Fremstilling af, hvornaar Svalerne de forskellige Aar er vendt tilbage til Mellemfrankrig (Moulius), og den anden Kurve viser, hvornaar 5 Planter i Gennemsnit er udsprungne. Ordinaterne for disse to Kurver er valgt saaledes, at Afstanden mellem de horizontale Linier svarer til, at vedkommende Fænomen er indtruffet 2 Døgn tidligere ved den ene Linie end ved den nærmest lavere liggende. De følgende Kurver er konstruerede efter lignende Principper. — Under Solpletperioder er der større Uro i Vejrforholdene i Troperne ved Antillerne. Man kan muligvis derfor vente, at Golfstrømmens Temperatur stiger i Pletaarene, og dermed stiger Hyppigheden af sydlige og sydvestlige Vinde her i Skandinavien og paa de britiske Øer. Dette viser sig, som Figuren Side 219 antyder, ogsaa at være rigtigt. Som Følge heraf er Foraarstemperaturen i Nordskandinavien forholdsvis høj i Pletaarene (i Modsætning til naar man tager hele Jorden under eet). Betydningen af disse Kurver er kun at vise, hvorledes den Periode, der er i Solpletterne, synes at være ledsaget her paa Jorden af tilsvarende Perioder i forskellige Fænomener, der er afhængige af Vejrforholdene.

Spørgsmaalet om Solpletternes Indvirkning paa Vejrliget er en af de mest lovende Opgaver for Meteorologien, men Undersøgelserne er meget komplicerede. Spørgsmaalet er ikke løst her for Landet ved f. Eks. at være løst for Tyskland og tilfældige Uregelmæssigheder kan maaske gennem lange Tider skjule Perioderne.

En tredie Periode i Vejrforholdene er den 2aarige Periode. Denne Periode er temmelig udpræget i Nordvestevropa, og man har søgt Forklaringen derpaa i de Strømninger og Forandringer ude i Atlanterhavet, som henholdsvis finder Sted under en kold og en varm Vinter. I Løbet af en Vinter, der er varm med mange sydvestlige Vinde her i Nordvestevropa, er Vinden overvejende nordlig over den nordvestlige Del af Atlanterhavet (ved Grønland, Island og New Foundland). Derved føres der megen Kulde ned mod Golfstrømmens amerikanske Del. Den følgende Vinter er Temperaturen af Golfstrømmen i Nordhavet derfor ikke saa høj

Digitized by Google

som det foregaaende Aar. Følgen heraf bliver, at der er mindre Tilbøjelighed til Dannelsen af store Cycloner over Nordhavet, hvoraf atter følger, at der kommer færre sydvestlige Vinde og derfor mindre Varme til Nordvestevropa.

Den 2aarige Periode gør sig særlig gældende i Temperaturforholdene, men ytrer sig ikke ens paa alle Steder. I Ørebro i Sverrig ytrer Perioden sig saaledes, at hveranden Januar er kold, hveranden varm. Dette ses af nedenstaaende Tabel, der indeholder Middeltemperaturen for de enkelte Januar Maaneder fra 1875 til 1904, delte i lige og ulige Aar. (I Januar 1874 var Middeltemperaturen + $1^0,7$.)

Ulige Aar	— 10,0	— 6,2	— 6,6	— 7,8	— 4,7	— 5,5	— 1,7	— 1,2
	— 6,5	— 9,1	— 7,8	— 6,1	— 4,9	— 3,8	— 3,9	
Lige Aar	— 3,5	— 3,0	— 3,3	+ 1,5	— 1,2	— 3,6	— 3,9	+ 0,8
	— 6,3	— 1,6	— 3,0	+ 0,6	— 3,8	— 0,5	— 0,3	

Dette bliver for de ulige Aars Vedkommende en Gennemsnitstemperatur paa + $5^0,7$ og for de lige Aars Vedkommende paa — $1^0,8$. I de lige Aar har Middeltemperaturen altsaa været ikke mindre end $3^0,9$ varmere end i de ulige Aar. En saadan Temperaturforskel er af meget stor praktisk Betydning. For Stokholms Vedkommende har der været en lignende Forskel paa Middeltemperaturen af Januar hverandet Aar, men der er Forskellen dog ikke saa stor som i Ørebro, nemlig $2^0,9$.

I Kjøbenhavn gør den 2aarige Periode i Temperaturforholdene sig mest gældende i April. Fra Aaret 1800 og til Dato kan man sige, at det er Hovedreglen, at hvis en April Maaned har været varmere end den foregaaende, saa vil den efterfølgende April atter blive koldere og omvendt. Det indtræffer af og til, at Reglen slaar fejl, men der har været lange Tidsrum, hvor Temperaturskiftet regelmæssigt har gentaget sig. Som Eksempel herpaa kan følgende Tabel tjene.

Middeltemperaturen i Kjøbenhavn i April Maaned i

1870 og følgende lige Aar	1871 og følgende ulige Aar
$6^0,0$	$4^0,0$
$7^0,0$	$5^0,0$
$6^0,6$	$5^0,0$
$6^0,5$	$4^0,0$

Digitized by Google

$7^0,_6$	$3^0,_8$
$6^0,_9$	$3^0,_8$
$6^0,_9$	$5^0,_0$
I Gennemsnit $6^0,_8$	$4^0,_4$

I dette Tidsrum paa 14 Aar var April Maaned altsaa i Gennemsnit $2^0,_4$ varmere i de lige Aar end i de ulige Aar. Dette svarer til, at man i Gennemsnit i de lige Aar har naaet en vis Middeltemperatur 13 Dage tidligere end i de ulige Aar eller med andre Ord, at Foraaret hvad Temperaturen angaar, de lige Aar er indtruffet 13 Dage tidligere end i de ulige Aar.

Et saadant Temperaturskifte er som nævnt Hovedreglen, men der kan komme Aar, da de meteorologiske Forhold er saadanne, at Reglen slaar fejl. Det er indlysende, at det paa mange Omraader kan være af stor praktisk Betydning, om man forud var i Stand til at afgøre, om Hovedreglen vilde gøre sig gældende i det kommende Aar. Det er ikke usandsynligt, at der kan gøres adskilligt i den Retning. For Tiden befinder vi os i et Tidsrum, da Temperaturen i April Maaned skifter efter Hovedreglen. Saaledes var Aprils Gennemsnitstemperatur ved Landbohøjskolen

i 1903 $4^0,_3$
i 1904 $6^0,_5$
i 1905 $3^0,_8$
i 1906 $7^0,_5$

Der er herefter Grund til at antage, at Gennemsnitstemperaturen i den kommende April vil blive lavere end i Fjor.*)

Man kan naa en adskillig større Sikkerhed af Forudsigelser om Foraarets Temperatur, dersom man tager Hensyn til Middellufttrykfordelingen over Nordhavet og Nordvestevropa i Vintermaanederne. Jeg har nævnt, at der er en vis Sammenhæng mellem Cyclonerne (det er de store Vindhvirvler) over Nordhavet og de sydvestlige Vinde over Nordvestevropa. I saadanne Aar, da Lufttrykket i Gennemsnit er lavt ved Island, er de sydvestlige Vinde tilsvarende stærkt udviklede, og de kan om Vinteren bringe megen varm og fugtig Luft fra det forholdsvis varme Atlanterhav Sydvest for de britiske Øer og op over Skandinavien. I Nord-

*) 1 April 1907 blev Gennemsnitstemperaturen ved Landbohøiskolen $5^0,_0$.

Digitized by Google

skandinavien bliver der saadanne Vintre ikke saa koldt som i de Aar, hvor Lufttrykket ikke er saa lavt ved Island. Som bekendt indtræffer der her hyppigt Kuldetilbagefald i Foraarsmaanederne. Et saadant Kuldetilbagefald skyldes som Regel den Omstændighed, at Vinden over Skandinavien i nogle Dage har en overvejende nordlig Retning. Derved bringes nemlig den kolde Luft fra Nordskandinavien og Ishavet deromkring ned til os. Men efter saadanne Vintre, i hvilke der af Blæsten er ført megen Varme nordpaa vil eventuelle Kuldetilbagefald som Regel ikke kunne blive saa voldsomme. Dette vil i Længden give sig til Kende paa den Maade, at disse Vintre som oftest efterfølges af milde Foraar her. Reglen, der kan uddrages heraf, siger, at dersom der et Aar er stor Forskel paa Lufttrykket ved Stykisholm (paa Island) og i Kjøbenhavn fra September til Januar (lavest ved Stykisholm) i Forhold til det foregaaende Aar vil Temperaturen i Nordvestevropa i det kommende Foraar (Marts og April) sandsynligvis blive høj i Sammenligning med Temperaturen det foregaaende Foraar og omvendt. Denne Regel gælder meget godt for Danmarks Vedkommende fra 1846 til 1892 med en Træfferprocent paa 94 %. I Aarene 1857 til 1864 var der nogle Afvigelser fra Reglen; ses der bort fra dette Tidsrum, hvori Afvigelserne maaske skyldes en fælles Aarsag, bliver Træfferprocenten i den resterende Del af ovennævnte Aarrække 100 %, d. v. s. Reglen er stadig slaaet til.

Til Forudantagelser om en Aarstids Temperaturforhold kan man ogsaa benytte sig af den Omstændighed, at der er en Tilbøjelighed hos Vejret til en vis Ensartethed. Efter en Aarstid der har været enten særlig varm eller særlig kold (i Gennemsnit mindst 1^0 for varm eller 1^0 for kold) er der en overvejende Sandsynlighed for, at den følgende Aarstid ogsaa vil blive henholdsvis enten for varm eller for kold. For Københavns Vedkommende gælder følgende Tabel, der refererer sig til Iagttagelser gennem noget over 100 Aar.

Efter en (et)				
varm Vinter	er i 70 %	Tilfælde	fulgt	et varmt Foraar
varmt Foraar	- - 73 -	—	—	en varm Sommer
varm Sommer	- - 78 -	—	—	et varmt Efteraar
varmt Efteraar	- - 60 -	—	—	en varm Vinter

Digitized by Google

kold Vinter	er i	73 %	Tilfælde	fulgt	et koldt Foraar
koldt Foraar	- -	63 -	—	—	en kold Sommer
kold Sommer	- -	73 -	—	—	et koldt Efteraar
koldt Efteraar	- -	59 -	—	—	en kold Vinter

Det ses let, at dette statistiske Materiale ikke giver tilnærmelsesvis saa gode Resultater med Hensyn til Muligheden for Forudsigelser om Temperaturforholdene som de ovennævnte periodiske Forandringer kan give. Navnlig naar det ikke drejer sig om den kommende, men om en følgende Aarstids eller endnu fjærnere Tiders Temperaturforhold, er Kendskabet til de periodiske Forandringer det eneste Hjælpemiddel, der kan have nogen praktisk betydelig Sandsynlighed for sig.

Aarsagen til de længere periodiske Forandringer i Vejrforholdene maa i Hovedsagen rimeligvis søges i periodiske Forandringer i Solens Aktivitet. Studiet af disse Forhold maa som nævnt betragtes som et af de mest lovende i Meteorologien, men Studiet er meget kompliceret. Dels griber nemlig de forskellige Perioder ind over hverandre og dels kan tilsyneladende tilfældige Uregelmæssigheder i Vejrforholdene let skjule Perioderne, fordi man endnu ikke har tilstrækkelig lange Observationsrækker. Naar der paa Solen kan foregaa saa regelmæssige og dog paa sin Vis uregelmæssige (ikke æqvidistante) Variationer, som det kendes fra Solpletperioderne, er der intet til Hinder for, at saadanne Perioder i Vejrforholdene, som strækker sig over Tidsrum som fra Middelalderen og til vore Dage, ogsaa kan have sin Aarsag i Variationer paa Solen.

Hvad angaar Besvarelsen af et direkte Spørgsmaal om, hvorvidt Jorden gaar en varmere eller en koldere Tid i Møde, saa maa dette Spørgsmaal besvares derhen, at man ikke hverken af de foreliggende Observationsrækker eller af de Optegnelser, hvorpaa man kan støtte en Antagelse om tidligere Vejrforhold, kan se at Jordens Middeltemperatur er forandret kendeligt i det sidste Aartusinde. I tidligere Perioder har Temperaturforholdene her paa Jorden derimod været ganske andre end de nuværende, men herpaa skal jeg ikke indlade mig.

Digitized by Google

Om Forholdet mellem Materie, Energi og Æter.

Ved

Chr. Jensen.

Prof. Zenghli, der har overtaget Professoratet i Kemi ved Universitetet i Athen, har i Naturwissenschaftl. Rundschau XXVII, 6 offentliggjort sin Tiltrædelsesforelæsning om ovenstaaende Emne og i Zeitschrift f. physikal. Chemie 50, 57 gjort Rede for nogle Forsøg over Dampdannelse fra faste Legemer. Det følgende er en Gengivelse af de deri udtalte Tanker.

De fysiske Fænomener kan hovedsagelig føres tilbage til to Faktorer: Materien og Energien. De er i stadig Bevægelse; hvert Øjeblik skifter de Form, ja, det vi kalder Naturen, fremstiller sig netop som Billedet af denne uafbrudte Forandring. En væsentlig Forskel mellem Materien og Energien er følgende: Energien omdanner sig sædvanlig let og helt, og denne Omdannelse kan hyppig fremkaldes alene ved de Maskiner, som staar til vor Raadighed. Varmen forandres gennem Thermosøjlen til Elektricitet, som atter kan omdannes til Arbejde eller Lys. — Af en anden Art er Omdannelsen af Materien, og det er umuligt at hidføre den alene ved Hjælp af vore Maskiner; Materien forvandler sig hovedsagelig kun gennem Forbindelser; men i de forskelligartede Kombinationer finder Kemien stedse de oprindelige Stoffer igen, som ikke ved nogen Midler kan gøres simplere eller omdannes til hinanden.

De forskellige Naturfænomener forklares altsaa kvalitativt ved Forandringer, som finder Sted mellem disse to Faktorer, men ogsaa kvantitativt kan de studeres ved Hjælp af Sætningen om Materiens og Energiens Bestaaen. Kun den Vanskelighed bliver tilbage: hvorledes sker Omsætningen af Energi fra et materielt System til et andet. For at komme over denne Vanskelighed, har man antaget et elastisk Medium, som udfylder Verdensrummet og er i Stand til at overføre Energien fra et Sted til et andet; man kalder det Æteren.

Saasnart vi imidlertid søger en nøjagtig Definition paa disse tre Faktorer, viser der sig Vanskeligheder.

Digitized by Google

. Hvad er Materien? Man skulde knapt tro, at man ved Definitionen af denne den mest haandgribelige Faktor skulde møde Vanskeligheder. Materien er det, som undergaar Forandringerne, den er det Medium, hvorpaa Energien udøves og aabenbarer sig i sine forskellige Skikkelser som Farve, Varme, Vægt eller Bevægelse. For at en Bevægelse kan ske, maa der findes noget, som bevæger sig; og for Opvarmning maa der findes Noget, som optager den. Dette „Noget" er Materien, den er med andre Ord Bæreren af Energien. Men det, som bevæger sig, eksisterer endnu, naar Bevægelsen er hørt op. Det farvede Legeme eksisterer videre, naar det mister sin Farve og bliver sort. Hvad bliver der tilbage af Materien, naar vi fjerner enhver Ytring af Energien fra den, naar vi med andre Ord berøver den sine Egenskaber. Naar vi borttager Glans, Farve og Vægt, overhovedet alle Egenskaber fra et Legeme, bliver der det samme tilbage, som naar vi berøver en Trekant sine Sider. Hvad vi ved om Materien, hidrører fra Fænomener, hvorved Energien antager en ny Skikkelse, som kan virke paa vore Iagttagelsesorganer og naa vor Bevidsthed. Materie og Energi er Mytologiens Kentaur, hvori vi erkender Hesten og Bueskytten, uden at kunne anskue den ene skilt fra den anden.

En karakteristisk Egenskab ved Materien kunde dog, om end ikke give os Forstaaelse af dens Natur, saa dog bevise os Nødvendigheden af dens Tilværelse uafhængig af Energien. Det er Massen. Den gælder som den uadskillelige, den evige og uforanderlige Ledsager af Materien, som hverken bliver forøget eller formindsket, hvilke Kræfter, der end indvirker paa den. Ikke desto mindre kan vi ogsaa kun iagttage denne Egenskab gennem Energiens Indvirkning paa den, saa at Massen, omendskønt den kan tjene som karakteristisk Kendetegn for Materien, dog ikke kan hjælpe os til at skelne den fra Energien. Den fuldstændige Løsning af Problemet kan vi kun naa ved ganske at skille Materien fra Energien og studere hver Faktor for sig.

I de nye Udstraalinger fra Materien, som i vor Tid atter har gjort Spørgsmaalet om Forholdet mellem Energi og Materie brændende, har vi et Udgangspunkt for Forsøget paa at løse denne Opgave.

Hvad enten vi sammenligner Katodestraalerne med Lys eller med Elektricitet, eet er utvivlsomt, at de maa sammenlignes med

Digitized by Google

en Energiform. Disse Straaler vil vi nu undersøge, førend de støder paa et materielt System. Vi kan ikke gribe eller isolere dem, men vi kan indvirke paa dem med en stærk Magnet. Straalerne afbøjes da. Denne Egenskab viser ellers kun det, som indeholder Masse. Naar vi i Crookes Røret anbringer et lille, letbevægeligt Hjul, saa sætter Straalerne dette i Bevægelse. Altsaa ogsaa disse immaterielle Straaler besidder Masse. Man kan endogsaa bestemme den, saavelsom den Hastighed, hvormed den udstraales. Beregningen sker paa Grundlag af de elektriske Ladninger, som Straalerne fører med sig og deres Afbøjning ved Magneten. Man har endogsaa fundet, at Straalernes Masse ved overordentlig store Hastigheder forandrer sig. Der bliver altsaa bevist, at den evigt uforanderlige Masse ikke er en saadan. Den forandrer sig, den er end ikke udelukkende en Egenskab ved Materien, da Katodestraalerne ogsaa er i Besiddelse af den. Efter den nu gældende Anskuelse bestaar disse Straaler af Elektricitets Enheder, de saakaldte Elektroner, og deres Masse er Reaktionen mod den omgivende Æter.

Massen kan altsaa ikke tjene os til Grundlag, naar vi vil befri Materien fra Energiens Lænke.

Ved de radioaktive Legemer møder vi et Eksempel paa Energi, som for bestandig forlader Materien, idet den spredes ud i Rummet. Naar vi søger at finde, hvad der sluttelig bliver af den Materie, som bliver omsat til saadanne Straaler, vil vi som Regel finde, at der bliver „Intet", hele Materien blev til Energi.

I en meget værre Klemme kommer vi, naar vi mere indgaaende vil udforske Æterens Væsen.

For at forklare Lysets Forplantning og mange andre Fænomener, blev man tvunget til at antage Tilstedeværelsen af et Medium, som udfylder Verdensaltet og ikke lader noget tomt Rum forekomme. Man antager, at Materien kun indtager en Del af det uendelige Rum, og Energien har hjemme i denne Del, det tiloversblevne Rum indtages af Æteren.

Nu synes denne passive Tilværelse af Æteren ikke tilstrækkelig til at begrunde Antagelsen af den som tredje kosmisk Faktor, vi maa derfor undersøge Æterens Natur: hvilke Egenskaber besidder den og med hvilke andre Ting i Naturen kan den sammenlignes.

Digitized by Google

Men Svaret paa Spørgsmaal af denne Art ligger over Videnskabens nuværende Kræfter.

Sikkert gives der usynlige Traade, hvorved Energi, Bevægelse og Liv bliver forplantet gennem det uendelige Verdensrum. Naturforskeren ved, at de maa være der, men kan blot ikke nærmere bestemme dem, han benævner dem simpelt hen med Navnet: Æteren. Mere er han ikke i Stand til at bestemme, og han tager sin Tilflugt til Teorier og Hypoteser. Mange saadanne og indbyrdes forskellige blev til forskellig Tid opstillet.

Fresnel betragter den som et meget elastisk Medium af inkonstant Tæthed. Andre giver den lige modsat konstant Tæthed og foranderlig Elasticitet. Lord Kelvin betragter den som et fast, elastisk Medium. Andre anser den for et fast Legeme, men uden Vægt og Tæthed, hvilket er ubegribeligt. Stokes gaar ud fra den Omstændighed, at Tværsvingninger kun forekommer i faste Legemer, og giver den en limagtig Konsistens, da den overfor Lyssvingningerne viser sig som fast Legeme, men iøvrigt som fuldkommen Vædske. Nogle tilskriver den Evne til at udføre Bevægelser, andre anser den for at være i Hvile, og begge Teorier har mange Argumenter baade for og imod. Lord Kelvin antager, at dens Tæthed er 10^{-17} Gange Vandets, og at den ved højt Tryk trækker sig sammen og fortætter sig. Af en saadan Fortætning er muligvis — saadan siger mange — Materien, Atomet opstaaet.

At der paa Grund af den forskellige Basis, hvorfra hver Forsker er naaet til sin Anskuelse om Æteren, er opstaaet Modsigelser, bør ikke sætte os i særdeles stor Forbavselse. At Æteren udstyres med Egenskaber, som ikke forekommer ved noget bekendt Legeme, er meget naturligt. Vi antager, at Æteren er noget forskelligt fra Materie og Energi; men vi kender kun Materie og Energi. Det bør altsaa ikke gøre noget Indtryk paa os, at Æteren forplanter Bevægelser, som frembringer Fornemmelsen af Lys, hvortil fordres, at den er yderst elastisk og dertil fastere end Staalet, medens vi samtidig ogsaa maa antage, at den næsten ganske mangler Vægt og Masse. Hirn har udregnet, at om Æteren besad en Masse, der var $^1/_2$ Milliontedel af den Lufts, som befinder sig i det Crookes'ke Rør, vilde den indvirke paa Stjærnernes Løb, forsinke Maanens Omløb og ende med at forjage Atmosfæren fuldstændig fra Jorden. Og dog lever vi i dette hemmelighedsfulde Medium, vi tæller dets

Digitized by Google

Bølger og afbøjer deres Retning. Dets Bevægelse frembringer Varme, Lys og Elektricitet, vi maa maaske ogsaa tilskrive det den Tiltrækning, som holder Verdensaltets harmoniske Løb i sin Bane.

Midt i dette Kaos af Hypoteser og Teorier om Materie, Energi og Æter, kan Studiet af Elektriciteten række os en hjælpende Haand; thi den er den Energiform, som kommer i den nøjeste Berøring med Vekselvirkningen mellem de tre Faktorer. For et Aarhundrede siden betragtede Verden Elektriciteten nærmest som Legetøj, nu kan Verden betragtes som Legetøj for Elektriciteten. Den er ikke blot Kilde til de store Kræfter i Industrien og de mærkeligste Fænomener i Videnskaben, men det bærer hen imod, at den maa anses som Begyndelse og Ende paa Alt.

Lyset opstaar efter den elektromagnetiske Teori gennem Vibration ikke af det udstraalende Legemes Molekyler, men af Elektroner. Af Elektroner opstaar efter Thomsons og andres Mening Materiens Atom. Fænomenerne ved Frembringelsen af Katodestraalerne og ved de forskellige andre Udstraalinger aabenbarer efter manges Anskuelse intet mindre end, at Materien atter bliver forvandlet til Elektricitet. Andre gaar saa vidt, at de antager, at Frembringelsen af Elektricitet, paa hvad Maade den end sker, er en Følge af Materiens Dissociation. Materien bestaar af Elektricitets Enheder og til saadanne bliver den igen, naar den ved Magt sønderdeles.

Forskningerne over de radioaktive Stoffer har udvidet Elektricitetens Virkefelt helt ud i det Uendelige. Katodestraalerne og de fra disse kommende Røntgenstraaler gør Luften omkring sig til Leder, og denne Luft bevarer i lang Tid sin Ledningsevne, men taber den, naar den bliver filtreret gennem Bomuld, der fastholder Elektriciteten, som om den var et materielt Legeme af mikroskopiske Dimensioner. Det samme sker, naar Luften ledes gennem Vand eller gennem et stærkt elektrisk Felt. Disse Fænomener, og navnlig Luftens Optræden som Leder, kan kun forklares ved Hjælp af Elektroner. Smaa Elektricitetsdele bliver ved de forskellige Straalearter udslyngede, fra Katoden negative Elektroner, fra Anoden positive. Tanken om Elektricitetens atomistiske Struktur, at den som Materien bestaar af udelelige Smaadele, er ikke ny. Faraday og Helmholtz har udtalt den for længe siden, da de vilde forklare

Digitized by Google

Elektrolysen. Ogsaa Nernst har for flere Aar siden udtalt den Anskuelse, at elektriske Ladninger befinder sig i kemisk Forbindelse med deres Bærere, Atomerne; og at disse Forbindelser er undergivet de almindelige kemiske Love. Man maatte saa til de kemiske Grundstoffer føje to nye, enatomige, den positive og den negative Elektron. Mange mener, at selve Materiens Atomer er Samlinger af positive og negative elektriske Monader; disse Atomer bliver holdt sammen i Kraft af deres elektriske Tiltrækninger.

Dette er fantasirige Teorier, men det Faktum er blivende og sikkert: at Elektriciteten besidder saadanne Egenskaber, om hvilke vi hidtil kun vidste, at de var ejendommelige for Materien. Denne tildels materielle Struktur af en af Energiformerne: Elektriciteten, begynder at belyse Spørgsmaalet om Forholdet mellem Materie og Energi. Fænomenerne ved de radioaktive Stoffer og særlig ved Radium gør det klarere.

Opdagelsen af dette ejendommelige Element gav de spredte Forskninger og Teorier over de forskellige Straalearter en bestemt Retning. Studiet af disse Fænomener blev en helt ny Videnskab. Som Taskenspillerens Hat, der synes uudtømmelig, udsender Radium vedvarende og uden Tegn paa Træthed eller forestaaende Udtømning Katodestraaler, Røntgenstraaler, Varmestraaler, α-Straaler, som er af mere materiel Natur og ligner elektriceret Luft. Det danner endelig en Række instabile Elementer og et mere stabilt, nemlig Helium.

Hvad er nu Kilden til denne uudtømmelige Skat. Her er kun Rutherfords Forklaring mulig, at disse Udstraalinger skyldes en Henfalden af Atomet. Denne Forklaring modsiger tilsyneladende Sætningen om Materiens Uforgængelighed, men nærmere beset drejer det sig her ikke om en Tilintetgørelse af Materie. Vi ved, at alle disse Straalearter ender som Elektricitet eller Varme, eller middelbart i Lys eller kemisk Energi.

I Samklang med, hvad vi ovenfor saa: at hvis vi fjærnede Energien fra Materien, blev Intet tilbage, kunde vi saaledes føres til at betragte Materien som en Form for Energi. Man maatte saa ved Maaling bestemme dels Mængden af forsvunden Materie og dels Mængden af opstaaet Energi og saaledes opstille en Ækvivalens Ligning.

Det første er foreløbig ikke muligt paa Grund af den uendelig lille Mængde Materie, som bliver dissocieret ved Udstraalingen.

Digitized by Google

Efter Thomsons Beregninger skulde der saaledes ved Dissociation af 10^{-6} gr. udvikles en Energimængde paa $1{,}02 \cdot 10^{13}$ Erg. — Men omend nu paa denne Maade Sætningen om Materiens Bestaaen kunde opretholdes, idet Materien blev anset for en særlig Form for Energi, som ganske vist meget vanskeligt, men dog i enkelte Tilfælde kan antage en anden Form, saa modsiger Radiums Udstraalinger en Sætning, som paa det dybeste berører Kemien, nemlig Sætningen om Grundstoffernes Bestaaen.

Ramsays Paavisning af, at Radium forvandles til Helium, strider mod denne Sætning. Allerede for længere Tid siden er man imidlertid af andre Grunde begyndt at betvivle Sætningens Rigtighed og har tænkt sig, at Grunden til, at Kemikeren ikke er i Stand til at forvandle et Grundstof til et andet, var den, at han ikke raader over det til en saadan Forvandling nødvendige Kvantum Energi. Lockyer har for lang Tid siden gjort den Iagttagelse, at der paa Himmellegemer, hvis Temperatur er meget høj, findes meget færre Grundstoffer og af meget ringere Tæthed end paa Jorden. Det er slet ikke usandsynligt, at vi kunde eftergøre, hvad der sker i disse Himmelrummets Smeltedigler, hvis vi kunde frembringe den samme høje Temperatur, som findes der. — Stoffet karakteriseres ved sine Egenskaber, som afhænger af den iboende Energi. En Forandring i Energimængde fremkalder en Forandring i disse Egenskaber og dermed i selve Stoffet. Saaledes forvandler Tilførelsen af en ringe Energimængde det røde Fosfor til gult, et Stof som er meget forskelligt i Egenskaber fra det første. Naar Bestanddelene af et opløst Salt bliver Bærere af en stor Ladning elektrisk Energi, bliver de til Ioner, som slet ikke minder om de Stoffer, hvoraf de opstod. Undertiden ser vi kemiske Forbindelser antage Egenskaber af et Grundstof, som er ganske forskelligt fra de oprindelige Grundstoffer; som f. Eks. Cyan, der vilde blive regnet til Halogenerne, hvis vi ikke kunde spalte det, eller Ammonium o. a. Hvorfor skulde Muligheden af Radiums Forvandling til Helium være os fremmed, da den sker under et stort Tab af Energi. Radiums Varmeudstraaling i et Aar f. Eks. er 100 Gange større end den Varmemængde, som frembringes ved Syntesen af det samme Kvantum Vand. Man kan forestille sig, hvilken uhyre Mængde Energi, Radium i Løbet af et Aarhundrede udstraaler; en saadan Energimængde kan ikke tilnærmelsesvis ophobes ved kendte

Digitized by Google

Midler, eller udvindes af en saa ringe Mængde Materie. Sætningen om Grundstoffernes Bestaaen kan altsaa kun bevare sin Gyldighed med Undtagelse af saadanne Tilfælde, hvor paa positiv eller negativ Vis en uhyre Energimængde bliver anvendt paa en meget ringe Mængde Materie.

Der viser sig dog et Par Vanskeligheder. Den fra Radium udstraalende Energimængde er meget stor, og dog mærkes i Tidens Løb ingen kendelig Formindskelse. Naar vi nu antager, at der under Udstraalingen finder en vedvarende Dissociation af Stoffet Sted, saa følger deraf, at den i Verden forhaandenværende Mængde Radium stadig formindskes. Denne Formindskelse er meget lille; flere Forskere har forsøgt at bestemme Radiums Levetid. Curie satte den til ca. 1 Million Aar, Thomson til 50,000, Rutherford til 1200 og Crookes til kun 100 Aar. Den store Afvigelse i disse Tal viser tydelig, at Beregningens Basis er usikker. Men hvor lang vi end sætter den længste Levetid for Radium, saa bliver dog dette Tidsrum overfor de geologiske Aartusinder meget ringe. Her rejser sig altsaa det Spørgsmaal: hvorfor er Radium ikke forsvundet. Mange svarer hertil, at Radium er et Gennemgangsstof, der er opstaaet og stadig opstaar af et andet, f. Eks. Uran. Men Prof. Z. har i Zeitschrift f. physch. Chemie 50, 57, støttet paa en Række Eksperimenter, opstillet en egen Hypotese.

Gennem 5 Aars Undersøgelser viser han for mere end 200 Grundstoffer og Forbindelser, at der fra alle faste Legemer ogsaa ved sædvanlig Temperatur undviger Dampe i meget ringe Mængde. Men disse Dampe viser ikke nøjagtig den ventede kemiske Virkning, deres Virkning er undertiden en saadan, at Prof. Z. antager, at de i den yderst fortyndede Tilstand, hvori de forekommer, har været Genstand for en temmelig fremskreden Dissociation. Et Sølvblad, der blev angrebet af Dampe fra et Metaloksyd, forbandt sig saaledes kun med Metallet og ikke med Ilten, hvilket viser, at Dampene tildels har dissocieret sig i Metal og Ilt.

Der opstilles derfor den Hypotese, at de aktive Legemer ikke i fast Tilstand udsender Straaler, men at disse opstaar fra den yderst ringe Dampmængde, som omgiver disse Legemer og er i dissocieret Tilstand. Det bliver altsaa kun fra Overfladen af de aktive Legemer, at Udstraalingen finder Sted, følgelig vil de aktive Stoffer, som befinder sig i ringe Mængde i den kompakte Jordskorpe

Digitized by Google

først forsvinde sammen med alle de øvrige Stoffer i Jordskorpen, som ligeledes stadig udsender Dampe, og mange af dem i endnu højere Grad end de aktive Legemer f. Eks. Svovl o. a. Saaledes bliver Radium mindst lige saa evigt som de øvrige Grundstoffer.

Flere Iagttagelser af andre over de aktive Legemer støtter denne Hypotese. Saaledes iagttog G. le Bon, at Udstraalingen fra den store Overflade af et Stykke Filtrerpapir, der var bestrøget med en Opløsning af Radiumsalt, var meget stærkere end Udstraalingen fra den samme Vægtmængde af det samme Salt, som ikke blev bredt ud over saa stor en Overflade. Rutherford antager, at der i de aktive Stoffer finder Forandringer Sted, som ikke ledsages af aktive Udstraalinger, og at alle Legemer sandsynligvis er underkastet saadanne Forandringer, som ikke frembringer aktive Straaler. Campbell kom paa den anden Side gennem en Række Eksperimenter i det forløbne Aar til det Resultat, at alle Metaller og sandsynligvis ogsaa deres Salte er aktive. Radium og de beslægtede Stoffer adskiller sig altsaa forsaavidt kun fra de øvrige Stoffer som Koefficienten for Dampdissociationen i positive og negative Elektroner er meget større hos hine end hos disse.

Alle Legemer udsender altsaa Straaler, Materien spreder stadig sine sidste Udstraalinger ud i Rummet; kunde vi iagttage dette med Øjnene, vilde Jordens Udseende blive et andet: en vidunderlig Glans vilde omgive alle Legemer; den vilde være Materiens sidste Opblussen, førend den atter gik op i Alts fælles Moder: Energien.

Digitized by Google

Nyere Undersøgelser over Radioaktivitet.

Af

Thorkell Thorkelsson.

I dette Tidsskrift IV., Side 238 omtales Bragg og Kleemans Forsøg over α-Straalernes Ionisation i forskellige Afstande fra det radioaktive Stof, der udsender Straalerne. Det fremgik af disse Forsøg, at Ionisationen voksede med Afstanden, indtil en bestemt Afstand var naaet, hvor Ionisationen pludselig hørte op. Den saaledes definerede Vejlængde, der kan kaldes α-Partiklernes (Ionisations) Rækkevidde, er i den sidste forløbne Tid bleven Genstand for indgaaende Undersøgelser af Bragg, Kleeman og flere. Man har derved faaet vigtige Oplysninger saavel om de radioaktive Stoffers Natur, som om den inaktive Materies Forhold til α-Straalerne.

Alle de α-Partikler, der udgaar fra det samme radioaktive Stof, har da ogsaa samme Rækkevidde, men derimod varierer Rækkevidden fra det ene Stof til det andet. Dog synes den at holde sig indenfor visse Grænser; den største Rækkevidde, man kender, er 8,6 cm. (Thorium *C*), den mindste 3,5 cm. (Uranium og Radium). Da α-Partiklernes Rækkevidde kan maales med stor Nøjagtighed, kan den benyttes som Kendemærke paa de forskellige radioaktive Stoffer, hvilket har stor Betydning, da den hidtil benyttede og i mange Maader fortrinlige Metode, at bestemme Stoffet efter dets Forvandlingskoefficient, vanskelig lader sig bruge, naar vedkommende Stof forvandles enten meget hurtigt eller meget langsomt.

Ved Studiet af de radioaktive Stoffer og deres Forvandlingsprodukter, har man fundet flere Stoffer, hvis Forvandling foregaar uden paaviselig α-Straaling. Fra disse Stoffer udgaar da enten β- og γ-Straaler eller de er uden „Straaler“. Da det ikke var udelukket, at disse Stoffer udsendte α-Partikler, hvis Rækkevidde var for kort til at kunne paavises ved de almindelige Metoder, har Bronson undersøgt dette nærmere for Radium *B*.s Vedkommende. Han kommer til det Resultat, at dersom *Ra.B* overhovedet ud-

Digitized by Google

sender α-Partikler, da er deres Hastighed saa ringe, at de ikke formaar at ionisere Luften.

Hvor der i det foregaaende har været anført Talværdier for Rækkevidden, gælder de kun for atmosfærisk Luft under sædvanlige Forhold (Stuetemperatur og Atmosfæretryk). Forandres Luftens Tæthed, eller gaar man over til et andet Medium for α-Straalerne, saa bliver Rækkevidden en anden. Rækkevidden er nemlig proportional med Mediets Gennemtrængelighed for α-Straalerne; omvendt bliver Rækkeviddens reciproke Værdi et Maal for Materiens Modstand mod α-Partiklernes Fremtrængen. Denne Modstand kan, som Bragg har vist, indenfor hvert enkelt Stof sættes lig med Produktet af Mediets Tæthed og en Faktor, som afhænger af Stoffets Natur. Dersom m er Forholdet mellem Antallet af Molekuler i det samme Rumfang af Mediet og Luften under normale Forhold, og r Rækkevidden i Mediet, idet Rækkevidden i Luften er sat lig med 1, saa har man

$$\frac{1}{r} = s \,.\, m.$$

Forsøgene har vist, at Faktoren s er uafhængig af Mediets Temperatur og Tilstandsform.

I det Tilfælde, at m er lig med 1, bliver i Følge ovenstaaende Formel s lig med Mediets Modstand mod α-Partiklerne. Denne Størrelse bliver derfor i det Følgende kaldet for Mediets Molekulmodstand. Defineres endvidere for Grundstoffernes Vedkommende Begrebet Atommodstand saaledes, at den hos de toatomige Grundstoffer er $\frac{s}{2}$ og hos de etatomige lig med s, kan man beregne Molekulmodstanden hos kemiske Forbindelser ved at indsætte Atommodstandene i Stedet for de respektive Atomtal i Forbindelsens kemiske Formel og addere.

Denne additive Egenskab hos Materiens Modstand mod α-Partiklerne er ifølge Bragg i saa god Overensstemmelse med de gjorte Iagttagelser, at man hidtil kun kender en eneste Egenskab hos Materien, der er endnu mere udpræget additiv, nemlig Massen.

De her nævnte Love viser, at Atommodstanden er fuldstændig uafhængig af den fysiske og kemiske Tilstand, som Atomerne befinder sig i, men retter sig alene efter Atomernes permanente Egenskaber, men af saadanne kender man i egentligste Forstand kun

Digitized by Google

deres Masse. Det er derfor ret naturligt, at der eksisterer et Afhængighedsforhold mellem Grundstoffernes Atomtal og Atommodstand. Man har da ogsaa fundet (Bragg, Mašek og Kučera og flere), at Atommodstanden er proportional med Kvadratroden af Atomtallet. Af de foreliggende Forsøg kan man dog ikke afgøre, om denne Lov er helt eksakt, eller om der skal tilføjes et lille Korrektionsled proportionalt med Atomtallet. Man kan heller ikke endnu forklare, hvorfor Atommodstanden netop er proportional med Kvadratroden af Atomtallet.

Det er interessant at sammenligne Materiens Modstand mod α-Partiklerne med dens Absorption af Katodestraalerne og de med disse beslægtede β-Straaler. Katodestraalernes Absorption er ifølge Lenard proportional med Mediets absolute Tæthed, hvilket viser, at i Modsætning til Modstanden mod α-Partiklerna, hvis additive Karakter holder op ved Atomerne, saa gaar Katodestraalernes Absorptionskoefficients Additivitet endnu videre, idet den alene er bunden til Massen. Dette kunde tyde paa, at Atomerne virkede som selvstændige Massedele paa α-Partiklerne, der jo selv er positivt ladede Atomer (Heliumatomer), og at Atomerne var byggede op af Massedele af samme Størrelsesorden som Elektronerne og at det var disse smaa Massedele, der virkede paa Katodestraalernes negative Elektroner.

Rutherford havde tidligere fundet, at α-Partiklernes Hastighed bliver desto mindre, jo tykkere Luftlag de har passeret. Nu er det endvidere lykkedes ham at opdage Loven for denne Hastighedsforandring med Afstanden.

Dersom V er α-Partiklernes Hastighed i Luften, finder han, at

$$V = 0{,}717 \sqrt{r + 1{,}25} \cdot 10^9 \text{ cm. pr. Sek.}$$

Her betyder r Afstanden i cm. fra det Sted, hvor α-Partiklerne mister deres Evne til at ionisere Luften. r regnes positiv ind imod det radioaktive Stof, der udsender Partiklerne.

Af denne Formel kan man beregne de Begyndelseshastigheder, hvormed de forskellige radioaktive Stoffer udslynger α-Partiklerne, naar man kender deres Rækkevidde i Luften. Saaledes er Rækkevidden for Radium C 7,06 cm., hvoraf $V_{RaC} = 0{,}717 \sqrt{8{,}81} \cdot 10^9 = 2{,}06 \cdot 10^9$ cm./sek. For Radium er Rækkevidden 3,50 cm. og $V_{Ra} = 1{,}56 \cdot 10^9$ cm./sek. Rutherford har ogsaa maalt α-Partiklernes Be-

Digitized by Google

gyndelseshastighed for forskellige radioaktive Stoffer af Radium-, Thorium- og Aktinium-Rækken, og han finder en tilfredsstillende Overensstemmelse mellem dem og de efter ovenstaaende Formel af Rækkevidden beregnede Begyndelseshastigheder. Dette viser Formlens Rigtighed og samtidig Berettigelsen af den Antagelse, at α-Straalerne fra alle de radioaktive Stoffer bestaar af den samme Slags Partikler.

α-Partiklernes Hastighed Vg paa det Sted, hvor deres Evne til at ionisere Luften hører op, findes af Formlen ved at sætte $r = 0$; man faar da $Vg = 0{,}80 \cdot 10^9$ cm./sek., den er altsaa ca. 40 % af V_{RaC}. Den mindste Hastighed, som Rutherford har maalt er 43 % af V_{RaC}.

α-Partiklens kinetiske Energi er $\frac{1}{2} mv^2$, og da dens Masse m holder sig uforandret, ser man af Rutherfords Formel for Hastigheden, at Energien aftager jævnt med den Vejlængde, som Partiklen har tilbagelagt i Luften. Man kunde vente, at den ved α-Straalerne frembragte Ionisation i Luften var proportional med Straalernes Energitab paa samme Sted, men saaledes forholder det sig ikke. Den ioniserende Virkning vokser jo mere α-Partiklerne fjærner sig fra det radioaktive Stof, medens Energitabet, som før omtalt, er konstant. Bragg har derfor underkastet Spørgsmaalet om α-Straalernes Ionisation en nærmere Undersøgelse, og blandt andet maalt Ionisationen i forskellige Luftarter og under meget varierende Temperatur og Tryk.

Disse Undersøgelser kan endnu ikke betragtes som afsluttede, men af de gjorte Forsøg mener han at kunne slutte, at den Ionisation di, som α-Straalerne foraarsager paa et lille Stykke dn af deres Vej, udtrykkes ved at

$$di = \frac{k}{RV} dn,$$

hvor R er Rækkevidden i den undersøgte Luftart, V α-Partiklens Hastighed paa det omhandlede Sted, og k en Faktor, der afhænger af Luftartens Natur. Mærkværdigt er det, at Temperaturen heller ingen Indflydelse har paa Ionisationen.

Af ovenstaaende Formel ser man, at Ionisationen i en given Tid er betinget af tre Faktorer, nemlig 1) Partiklens Energiforbrug, bestemt ved $\frac{1}{R}$, 2) Tiden $\left(\frac{1}{V}\right)$, som Partiklen bruger for at passere Strækningen,

Digitized by Google

og 3) Konstanten k. Bragg mener, at Formlen forklares bedst ved at antage, at Ionisationen er sekundær Virkning af α-Straalerne. Straalernes primære Virkning kender vi ikke, men dens Energiværdi maa være lig med Partiklernes Energitab paa samme Sted; og ved denne primære Virkning udløses der Kræfter i Molekulerne, hvorved Ionisation bliver bragt i Stand.

Faktoren k varierer ikke ret meget fra den ene Luftart til den anden. Sættes den for atmosfærisk Luft lig 100, holder den sig hos de andre undersøgte Luftarter indenfor Grænserne 96 og 137. Bragg har søgt at sætte k i Forbindelse med andre kendte Egenskaber hos Luftarterne. Han finder saaledes, at der er en vis Forbindelse mellem Produktet ks og flere af Stoffernes Molekul-Konstanter; f. Eks. er Molekulernes Rumfang meget nær proportionalt med ks. Men da k varierer meget lidt, er Molekulrumfanget tilnærmelsesvis proportionalt med Molekulmodstanden s. Heraf følger, at Atomvoluminerne ogsaa tilnærmelsesvis maa være proportionale med Kvadratroden af Atomtallene.

Kendskabet til de radioaktive Stoffer er ogsaa i den sidste Tid blevet betydelig udvidet. Der var saaledes mange Ting, der tydede paa, at det radioaktive Thorium bestod af to i forskellig Grad radioaktive Stoffer, men den fulde Vished herfor fik man først, da det lykkedes O. Hahn at adskille de to Stoffer. Det egentlige Thorium er meget lidt, eller vel snarest slet ikke aktivt, medens det andet Stof, som O. Hahn kalder Radiothorium, er flere Tusind Gange saa radioaktivt som det oprindelige aktive Produkt. Efter al Sandsynlighed dannes Radiothorium stadigt af Thorium, mens Radiothorum igen forvandles til Thorium X.

Ved at behandle Aktinium paa lignende Maade som Thorium, paaviste O. Hahn, at hvad man før havde anset for et enkelt Stof, i Virkeligheden er to Stoffer, nemlig det inaktive Aktinium og dets Forvandlingsprodukt, det aktive Radioaktinium. I Løbet af $19^1/_2$ Dag forvandles Halvdelen af Radioaktinium til Aktinium X.

At der har kunnet gaa saa lang Tid, inden man fik disse Stoffer adskilt, viser tydeligt, hvor vanskeligt det ofte kan være ved de kemiske Metoder at adskille Stoffer, der forefindes i saa minimale Mængder, som de fleste radioaktive Stoffer. Og den Mulighed er sikkert heller ikke udelukket, at der endnu eksisterer ukendte inaktive Forvandlingsstoffer indenfor de 3 Rækker af For-

Digitized by Google

vandlingsstoffer, hvis mest bekendte Repræsentanter er henholdsvis Uranium og Radium, Thorium og Aktinium. Rutherford har ogsaa for nylig gjort opmærksom paa et Forhold, der synes at pege i denne Retning. Ved Sammenligning af to radioaktive Stoffer i den samme Række af Forvandlingsstoffer er Rækkevidden større for det Stof, der forvandles hurtigere. Fra denne Regel er der dog 3 Undtagelser, nemlig: Ra. C, Th. X og Akt. X. Dette, mener Rutherford, kan forklares derved, at de Forvandlingstider, man har tillagt disse Stoffer, egentlig tilhører 3 ubekendte, inaktive Stoffer, hvoraf da henholdsvis Ra. C, Th. X, og Akt. X dannes. De 3 nævnte radioaktive Stoffer skulde ifølge Rutherfords Antagelse forvandles meget hurtigt; det bliver derfor sikkert vanskeligt at faa dette Spørgsmaal afgjort ved Forsøg.

Litteratur: Bragg og Kleeman: Phil. Mag. 11. p. 466, 1906. Bragg: Phil. Mag. 11. p. 617, 1906 og Phil. Mag. 13. p. 333, 1907. Bronson: Phil. Mag. 11. p. 806, 1906. Hahn: Phil. Mag. 11. p. 793, 1906, Phil. Mag. 12. p. 82, 1906, Phil. Mag. 12. p. 244, 1906 og Phil. Mag. 13. p. 165, 1907. Kučera og Mašek: Phys. Zeit. 7. p. 337, 1906 og Phys. Zeit. 7. p. 630, 1906, og Rutherford: Phil. Mag. 12. p. 134, 1906 og Phil. Mag. 13. p. 110, 1907.

Bøger indsendte til Redaktionen:

Th. Sundorph: Fysik for Realklassen II.

H. A. Hald: Iagttagelsesundervisning i Skolens lavere Klasser.

A. E. H. Love: Lehrbuch der Elasticität. Deutsch von A. Timpe.

H. Müller und M. Kutnewsky: Aufgabensammlung. Ausgabe B. II. 2te Auflage.

Digitized by Google

FYSISK TIDSSKRIFT

UDGIVET AF

SELSKABET FOR NATURLÆRENS UDBREDELSE

REDIGERET AF

KIRSTINE MEYER

FØDT BJERRUM

MAG. SCIENT

6TE AARGANG 1907—1908

KJØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: JUL. GJELLERUP

GRÆBES BOGTRYKKERI

1908

Digitized by Google

Digitized by Google

INDHOLD

Side

Bjerrum, Niels, mag. scient.: Nyere og ældre Anskuelser om Grundstoffernes Natur ... 71
Ellinger, H. O. G., Professor: Stereoskopiske Billeder af Himmelrummet. 55
Freuchen, P., cand. mag.: Om Kulsyre og andre Stoffer i forskellige Tilstandsformer. ... 33
Simon Newcomb: The optical and psychological principles involved in the so-called canals of mars ... 51
Boganmeldelser: (Niels Christensen og Sundorph: Praktiske Øvelser i Fysik for Gymnasiet) ... 60
„ (F. Barmwater: Fysiske Øvelser til Brug for farmacevtiske Studerende) ... 62
„ (Fysikudvalgets Beretning) ... 62
„ (Anton Alexander: Matematisk Geografi for Gymnasiet) ... 62
„ (Müller og Kutnewsky: Samlung von Aufgaben) .. 64
Freuchen, P., cand. mag.: Toppen af en Regnbue ... 138
Marskanalerne ... 138
Fjelstrup, Aug., Forfatter: Alkymister i Danmark 105
Gehrke, Joh., cand. mag.: Boganmeldelse (Horace Lamb: Lehrbuch der Hydrodynamik) ... 132
Hartmann, Jul., mag. scient.: Koincidens ... 41
Kanalstraaler ... 120
Referat: (W. Winter: Neue Beobachtungen bei einer an einem Pol der Sekundärspule einer Teslatransformators strahlende Antenne) 135
Holst, Helge, cand. mag.: I. I. Thomsons hypotetiske Atommodeller .. 145
Poul la Cour ... 185
Jacobsen, I. P., cand. mag.: Strømme i Havet og deres Sammenhæng med den indre Gnidning i Vandet og Jordrotationen ... 36
Boganmeldelse (Dr. W. Felgenträger: Theorie, Konstruction und Gebrauch der feineren Hebelwage) ... 101
Jepsen, H., Førstelærer: Boganmeldelse (Th. Sundorph: Fysik for Realklassen I og II) ... 28
(H. O. G. Ellinger: Fysik for Realklassen) ... 30
(Th. Sundorph: Fysik for Realklassen III) ... 176
Knudsen, Martin, Docent: Ultramikroskopi ... 223
Kofoed, Joh., cand. mag.: Et lille Skoleforsøg ... 139
Bestemmelse af Brydningsforhold ... 178
Lau, H. E., mag. scient.: Nyere Undersøgelser over Fiksstjerners spektrale Udvikling ... 11

Digitized by Google

Side

Larsen, Absalon, Professor: Boganmeldelse (F. Barmwater: Lærebog i Magnetisme og Elektricitet) 92
Lauritsen, L. P., Lærer: Kemi i Realklassen 140
Hans Christian Ørsted 1800—1804 157
Ostenfeldt, A., Professor: Boganmeldelser (A. E. H. Love: Lehrbuch der Elasticität) 130
(Aug. Föppl: Vorlesungen über technische Mechanik, 5te Bd.) 229
Pechüle, C. F., Observator: De senere Aars astrofotografiske Arbejder og Opdagelser ..... Side 1 og 215
Astronomiske Begivenheder i 1907 171
Pedersen, R. H., mag. scient.: Th. S. Hovgaard 200
Prytz, K., Professor: Albert A. Michelson 65
Metersystemet 202
Ryd, V. H., mag. scient.: Temperaturfordelingen i Atmosfæren indtil 25 Kilometers Højde 48
Salomonsen, Sally, cand. phil.: Boganmeldelse: (H. Rasmussen og K. Simonsen: Fysik for Mellemskolen samt Opgaver i Naturlære I) 58
Smith, Sigurd, Ingeniør: Søren Hjorth, Dynamoprincippets Opfinder .. 18
Steenberg, N, Professor: Sukkerfabrikationens Historie 86
Sundorph, Th.: Boganmeldelser (F. Kohlrausch: Kleiner Leitfaden der praktischen Physik) 133
(Kielhauser: Die Stimmgabel) 134
(Hagenbach: Die Stellung der Physik zu den Naturwissenschaften und der Technik) 134
Sørensen, S. P. L., Professor: Eduard Buchner 66
Sørensen, N., cand. mag.: Boganmeldelse (Rasmussen, Simonsen og Fischer: Lille Naturlære) 231
Wesche, Emil, cand. polyt.: Boganmeldelse (Jul. Petersen: Kemi for Gymnasiet) 95
Mindre Meddelelser ved Redaktøren:
Radium. Oversættelse af et Brev fra W. Ramsay 6
Telefonering uden Traad 7
Mars i 1907 9
Et ejendommeligt Fænomen, der opstaar ved Betragtning af et Objekt gennem en smal Spalte 10
Om Elektrisering af det menneskelige Legeme ved nogle Bevægelser .. 10
En Blære af Beg 163 103
Heliums Fortætning 176
Helium 229
Et simpelt Demonstrationsapparat til Bestemmelse af Varmeenhedens mekaniske Ækvivalent 228

Kgl. Anordning angaaende forkortede Betegnelser for metrisk Maal og Vægt af 7de Decbr. 1907 143
Svenske Eksamensopgaver 179

Digitized by Google

De senere Aars astrofotografiske Arbejder og Opdagelser*).

Af

C. F. Pechüle.

Anledning til Foredraget er, at det i Aar er 20 Aar, siden det paa den internationale astrofotografiske Kongres i Paris 1887 besluttedes ved mange Observatoriers forenede Arbejde at optage et fotografisk Kort over hele Himlen.

Der var da forløbet næsten et halvt Aarhundrede siden hin mindeværdige 19. August 1839, da Arago gav Pariser-Akademiet Meddelelse om Daguerres Opfindelse: at fiksere Billedet af en Genstand paa en Plade. Arago saa straks, at denne Opfindelse kunde finde Anvendelse i Astronomien, og nævnte i selve Mødet Maanen og Solspektret som Genstande for Fotografering.

Men de mange Vanskeligheder, man mødte ved de den Gang endnu ufuldkomne Manipulationer, forsinkede astronomisk Anvendelse. Mange Steder gjordes der Forsøg paa at fremstille fotografiske Billeder af Sol, Maane og Stjerner. Paa Pariser-Observatoriet findes en Daguerreotypi af en Solformørkelse uden Angivelse af, hvilken; man antager, at det er udført af en af Pariser-Obser-

*) Foredrag holdt i Selskabet for Naturlærens Udbredelse 30. Jan. 1907.

Digitized by Google

vatoriets Astronomer eller maaske af Daguerre selv; men Billedet er næsten helt udvisket. I 1840 forsøgte Daguerre forgæves at fotografere Maanen, hvilket dog samme Aar lykkedes Amerikaneren Draper med en Ekspositionstid af 20 Min. 1845 lykkedes det de franske Fysikere Fizeau og Foucault at faa et fotografisk Billede af Solen med en Ekspositionstid af $^1/_{60}$ Sek., der var saa godt, at det tydelig viste to Solpletter. Solen og Maanen fik man i det hele taget tidlig gode Billeder af; særlig præsterede Englænderen Warren de la Rue omkring 1860 udmærkede Billeder af dem; hans Stereoskopbilleder af Maanen fandt stor Udbredelse ogsaa blandt det store Publikum.

Med Stjernerne gik det langsommere, og det af tre Aarsager.

For det første maatte man, naar Ekspositionstiden skulde være lang, have bedre Urværker end dem, man havde, til at faa Kikkerten til at følge Stjernerne i deres daglige Gang. Der konstrueredes efterhaanden bedre og bedre Urværker; nu til Dags har disse naaet en høj Grad af Fuldkommenhed.

For det andet maatte man se at faa særegne fotografiske Objektiver, der var akromatiserede for de mere brydbare Lysstraaler, dem, der gør mest Indtryk paa den fotografiske Plade. De almindelige astronomiske Objektiver er nemlig akromatiserede for de mindre brydbare Lysstraaler, dem, der gør mest Indtryk paa det menneskelige Øje, og bruger man et saadant Objektiv til at fotografere med, bliver Ekspositionstiden meget længere og Billederne af Stjernerne mindre skarpe. Spejlteleskoper kunde man nok bruge, da de ikke spreder Farverne; men de var sjeldne og mindre bekvemme til lang kontinuert Brug. 1868 konstruerede Amerikaneren Rutherford et 28 cm. vidt astrofotografisk Objektiv, med hvilket han fik et udmærket Billede af Pleiaderne med Stjerner ned til 9. Størrelse.

For det tredie var Pladerne mindre følsomme og de Processer, de skulde undergaa, ret omstændelige, og det maa vel siges at have været Hovedaarsagen til de langsomme Fremskridt i Stjernefotografi. Det var først, da de tørre Bromsølv-Gelatine-Emulsionsplader kom op, og da det lykkedes ved forskellige Operationer at bringe Bromsølvets Modtagelighed for Lysindtryk op til en betydelig Højde, at Stjernefotografien tog Opsving. Fra mange Sider indløb

Digitized by Google

nu Meddelelser om overraskende Resultater, man havde opnaaet endog kun ved almindelige Portrætlinser, og der hævede sig Røster for, at det nu var paa Tide, at Astronomerne slog sig sammen til Optagelse af et Stjernekort over hele Himlen, der kunde vise Efterslægterne, hvorledes Stjernehimlen havde set ud omkring Aar 1900.

Det var Direktøren for Pariser-Observatoriet, (nu afdøde) Admiral Mouchez, der tog Tyren ved Hornene.

Paa Pariser-Observatoriet var der ansat to Brødre, Paul og Prosper Henry, (de er nu døde, se dette Tidsskrift IV. 4. pag. 175). Disse havde i 1871 faaet det Hverv at fortsætte den allerede tidligere paabegyndte Udarbejdelse af Kort over Dyrekresen med alle Stjerner ned til 13. Størrelse, hvilke Kort skulde tjene til Opdagelse af nye Smaaplaneter. Under dette Arbejde opdagede de mange nye Smaaplaneter. Men da de kom til de Partier af Dyrekresen, der skæres af Mælkevejen, blev Arbejdet dem uoverkommeligt. Der var i hvert Kikkertfelt altfor mange Stjerner til, at de kunde afsættes paa et Kort efter, hvad Øjet saa i Kikkerten. De besluttede da at tage Fotografien til Hjælp. Flinke Mekanikere, som de ogsaa var, havde de allerede tidligere kastet sig over Slibning af Glaslinser. De konstruerede nu et astrofotografisk Objektiv, der gav saa fortrinlige Billeder, at Mouchez hos dem bestilte et endnu større af $^1/_3$ Meters Vidde og $3^1/_2$ Meters Brændvidde. Og nu lod han gennem Pariser-Akademiet udgaa Indbydelse til de forskellige Landes Observatorie-Direktører og nogle andre Astronomer om at møde til en Kongres i Paris. Denne traadte saa sammen i Foraaret 1887. Det vedtoges, at den fotografiske Optagelse af hele Himlen skulde danne et internationalt Foretagende med Paris som Centralsæde. Man blev enig om adskillige Princip-Spørgsmaal. Men der forelaa mange Detail-Spørgsmaal, for hvis Løsning man endnu savnede Erfaring, og disse blev henviste til Kommissioner. Der meldte sig til Deltagelse, straks eller lidt senere, 18 Observatorier, der fik Himlen delt mellem dem efter Zoner. De anføres her i den Orden, i hvilken deres Zoner ligger, fra Himlens Nordpol indtil dens Sydpol: Greenwich, Vatikanet, Catania, Helsingfors, Potsdam, Oxford, Paris, Bordeaux, Toulouse, Algier, San Fernando (Cadix), Tacubaya (Meksiko), Santiago (Chili), La Plata, Rio Ja-

Digitized by Google

neiro, Kapstaden, Sidney og Melbourne. Enighed om Detaillerne opnaaedes dels ved skriftlig Korrespondance, dels ved flere Møder, som de Deltagende i de følgende Aar holdt i Paris. Her skal kun nævnes nogle af Hovedbestemmelserne. Paa hvert af de deltagende Observatorier skulde der benyttes en astrofotografisk Kikkert af samme Dimensioner som Henry'ernes før nævnte, nemlig $^1/_8$ Meters Aabning og $3^1/_2$ Meters Brændvidde (nøjagtigere $0{,}33^m$ og $3{,}43^m$). Pladerne skulde have Dimensionerne 16×16 cm., saa at hver Plade kom til at omfatte 2×2 Grader. Hver Plade skulde, førend den eksponeredes i Kikkerten, dækkes af en belagt uigennemsigtig Plade, i hvilken der var indridset et Næt af ganske fine Linjer og saa i ganske kort Tid udsættes for vinkelret indfaldende Lys. Lyset vilde da kun kunne komme til gennem disse Linier, og naar den fotografiske Plade efter Ekspositionen i Kikkerten blev fremkaldt, vilde den vise ikke blot Billeder af Stjernerne, men ogsaa et Næt af Linjer paa langs og paa tværs med indbyrdes Afstande af 5^{mm} svarende til 5 Bueminutter i Storcirkel. Det blev altsaa kun 12×12 cm. af Pladen (og lidt derover), der blev benyttet, idet Pladen selvfølgelig maa være noget større end Feltet. Nævnte fine Linjer skulde tjene dels til Orientering, dels til Udgangspunkter for Pladernes Opmaaling. Hvert Felt skulde optages to Gange — en Gang med kortere Ekspositionstid, saa at kun Stjerner af indtil 11. Størrelse kom med; disse Plader skulde bruges til Udmaaling og Dannelsen af en Stjernekatalog over alle Stjerner ned til 11. Størrelse og kaldes derfor Katalogplader — en anden Gang med lang Ekspositionstid, saa at alle Stjerner ned til 14. Størrelse kom med; disse Plader skulde danne det egentlige Kort og kaldes derfor Kortplader. Den lange Ekspositionstid for hver af Kortpladerne skulde deles i tre. Naar Pladen havde været eksponeret en halv Time, skulde Kikkerten ved Finbevægelse flyttes ganske lidt, det samme skulde gentages efter den næste halve Time, og efter endnu en halv Time skulde Ekspositionen sluttes. Hver Stjerne kom saaledes paa Pladen til at danne tre smaa Prikker som Toppunkter i en ganske lille ligesidet Trekant. Derved opnaaedes, at de, selv naar de var svage, faldt let i Øjnene og var lette at skelne fra Prikker, der kunde hidrøre fra Fejl i Pladerne eller fra Støvkorn. Medens Katalogpladerne vilde komme alle Astronomer til Nytte gennem

Digitized by Google

de Kataloger, der skulde dannes ved deres Opmaaling, skulde Kortpladerne, for ligeledes at komme Astronomerne til Nytte, mangfoldiggøres gennem Aftryk med to Ganges Forstørrelse, saa at Nætlinjerne paa disse Kort fik indbyrdes Afstande af 1 cm., og 1 Bueminut kom til at svare til 2 mm. Her forevistes nu og bragtes til Cirkulation mellem Tilhørerne tre saadanne Kort, et fra Paris, et fra San Fernando (Cadix) og et fra Algier. Man vilde se, at de, skønt hidrørende fra Optagelser paa tre forskellige Observatorier, var ganske ens i Udstyr, Dimensioner og Maalestok. Man vilde endvidere se, i alt Fald med Loupe, at hver Stjerne bestod af tre Prikker. Ved lysere Stjerner vilde man se, at de tre Prikker var flydte sammen til en Klat, og paa et af Kortene saas en saadan Klat omgiven af en Ring. Denne Ring repræsenterer ikke noget virkeligt, men er et optisk Fænomen, der ledsager meget lyse Stjerner i Kikkerten. Det at lyse Stjerner bliver til større Klatter eller endog faar Ringe, hindrer naturligvis, at svage Stjerner i deres Nærhed kommer med. Men det samme er jo Tilfældet ved Øjebetragtning gennem Kikkert. Sirius' Ledsager f. Eks., der vilde være let at se, naar Sirius ikke var den saa nær, er nu vanskelig at faa Øje paa. Paa hvert Korts Midtpunkt vilde man se anbragt et Kryds, og paa Kortets Rand angivet dette Punkts Position i Rektascension og Deklination; ved Hjælp af Linjenettet kunde man saa allerede uden Maalestok tilnærmelsesvis se, hvilken Position, hver Stjerne havde. Paa Kortenes Rande saas endvidere en Skala, der angav Stjernernes Størrelser (Lysgrad) alt efter Prikkernes større eller mindre Diametre; man vilde se, at de svageste, overensstemmende med Programmet, var af 14. Størrelse, altsaa helt eller næsten usynlige i vort Observatoriums store Kikkert.

Antallet af saadanne Kort vil, naar de skal omfatte hele Himlen, bliver noget over 10,000, af hvilke dog indtil nu kun en ringe Brøkdel er udkommen. Antallet af selve Kortpladerne bliver dobbelt saa stort. Ved Siden af det Sæt, der skal tjene til Reproduktion, bliver der nemlig optaget et andet Sæt, hvis Midtpunkter fordeles saaledes, at det andet Sæts Felter kommer til at gribe ind paa det første Sæts. Derved opnaas, at Stjerner, der i det ene Sæt er nær en Plades Rand, i det andet Sæt vil være nær en Plades Midte. Hver Kortplade bliver kopieret paa et Par andre

Digitized by Google

Plader, og disse Kopier gemmes til Opbevaring paa forskellige Steder til Sikring mod, at det hele skulde gaa til Grunde ved Ulykkestilfælde.

(Fortsættes).

Radium.

William Ramsay skriver til „Nature“*) den 11te Juli:

„I 1903 blev det vist af Hr. Soddy og mig, at den frivillige Forandring af Emanationen fra Radium resulterer i Dannelsen af Helium; denne Observation er bleven bekræftet af Indrikson, Debierne, Giesel, Curie og Dewar samt Himstedt og G. Meyer. Debierne har vist, at Actiniumclorid og -fluorid ogsaa udvikler Helium. Jeg har ogsaa en Gang opdaget Helium i de Luftarter, som stadig udvikles fra en Opløsning af Thorium Nitrat og haaber snart at faa denne Iagttagelse bekræftet.

Naar Emanationen er i Berøring med og opløst i Vand, da bestaar den uvirksomme Luftart, der frembringes ved dens Forandring hovedsagelig af Neon; kun et Spor af Helium kunde opdages.

Naar en mættet Opløsning af Kobbersulfat sættes i Steden for Vand, dannes der ikke Helium, Hovedproduktet er Argon, muligvis med et Spor af Neon, thi nogle af dets mest fremtrædende Linjer viste sig der. Efter at Kobberet var fjernet fra denne Opløsning, viste Resten Spektrene af Natrium og Calcium; den røde Lithiumlinje saas ogsaa, men meget svagt. Denne sidste Observation er bleven gjort fire Gange, i to Tilfælde med Kobbersulfat og i to med Kobbernitrat; alle mulige Forsigtighedsregler blev tagne, og lignende Rester fra Blynitrat og fra Vand gav intet Spor af, at Lithium var til Stede; heller ikke blev Lithium opdaget i en Opløsning af Kobbernitrat, der var behandlet helt som ovennævnte, undtagen at den havde ikke været i Berøring med Emanation.

Disse bemærkelsesværdige Resultater synes at føre Tanken

---

*) „Nature“ 18de Juli 1907, S. 269.

Digitized by Google

hen paa følgende: Emanationen hører — at dømme efter dens Inaktivitet — til Heliumrækken af Elementer. Under dens spontane Forandring raader den over en forholdsvis enorm Energimængde. Den Retning, i hvilken denne Energi udgives, kan ændres med Omstændighederne. Hvis Emanationen er alene eller i Berøring med Brint eller Ilt-Luftarter, vil en Del blive spaltet ved den Energi, der afgives af den øvrige Del. Det luftformige Stof, der frembringes, er i dette Tilfælde Helium. Hvis imidlertid Fordelingen af Energien forandres ved Nærværelse af Vand, vil den Del af Emanationen, som bliver „dekomponeret" give Neon; i Nærværelse af Kobbersulfat Argon. Paa lignende Maade vil Kobber, paavirket af Emanationen „degraderes" til det første Led af sin Gruppe, nemlig Lithium; det er umuligt at bevise, at Natrium og Calcium dannes, da de er Bestanddele af det Glaskar, i hvilket Opløsningen indeholdes; men i Analogi med „Dekompositionsprodukter" af Emananationen, kan de maaske være Produkter af Kobberets „Degradation".

En fuldstændig Meddelelse om disse Undersøgelser vil om kort Tid blive meddelt „Chemical Society".

Endnu den 22de August forelaa en saadan ikke.

K. M.

Mindre Meddelelser.

I. Telefonering uden Traad.

Valdemar Poulsens Metode til Telegrafering uden Traad synes at skulle faa praktisk Anvendelse til Telefonering uden Traad, som ogsaa dets Opfinder fra første Færd har tænkt sig. Af Meddelelser i engelske Tidsskrifter fremgaar det, at Forsøg i denne Retning allerede har ført fremad mod den praktiske Realisation. I et Foredrag, der holdtes den 2den August ved British Associations Møde i Leicester holdt Mr. Dudell*) — Opfinderen af den syngende

*) „Nature" 22de Aug. 1907, S. 430.

Digitized by Google

Buelampe — et Foredrag om Telegrafering uden Traad. Han siger, at ved de kontinuerlige Bølgers Benyttelse har der aabnet sig Mulighed for at telefonere uden Traad, og han slutter med at sige: „Det er bleven mig meddelt, at der er gjort Forsøg ved Berlin over Telefonering uden Traad af „the Amalgamated Radio Telegraph Company" mellem deres Stationer i Mathienstrasse og Weissensee over en Afstand af 6,5 Km. med godt Resultat, og at det nu er paatænkt at indrette Stationer i Oxford og Cambridge for yderligere Fuldkommengørelse af denne Anvendelse."

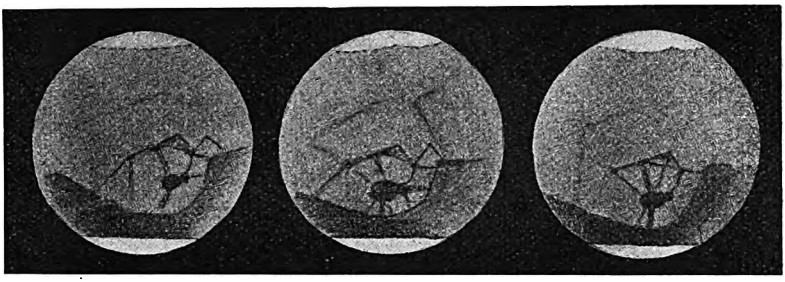
I et Foredrag holdt for Royal Institution den 24de Maj, omtaler Professor Fleming*) samme Sag. Han omtaler først en ny Detektor for elektriske Bølger. Den bestaar af et Kar, der indeholder Salpetersyre, i hvilket der er anbragt en Platinplade og en overordentlig fin Platintraad som Elektrodepar. Denne Celle forbindes i Serie med en Telefon og et Batteri, og naar elektriske Svingninger sendes gennem Cellen, annullerer de mer eller mindre Polarisationen af den lille Elektrode og skaber en Forøgelse af Strømmen, som atter giver et hørligt Signal i Telefonen. Dernæst siges: „Det er nylig opdaget, at denne elektrolytiske Detektor i Forbindelse med udæmpede Bølgetog giver et Middel til at overføre ikke blot Streger og Prikker; men Tale, og saaledes har vi da nu Telefonering uden Traad ved elektriske Svingningers Hjælp som en fuldbyrdet Kendsgerning. Mellem Nauen og Berlin, en Afstand af omtrent 16 Mil, er der nylig gjort vellykkede Eksperimenter. Fra Afsenderen udsendes kontinuerte udæmpede Bølger af konstant Bølgelængde. Antennen er shunted med en Mikrofon, saa at Ord, der tales til den, varierer Intensiteten af Bølgerne, men ikke deres Længde. Paa Modtagerstationen bruges en elektrolytisk Detektor, og de Ord, der tales til Afsenderens Mikrofon, genfrembringes i Modtagerens Telefon. Det er i dette Øjeblik næsten realiseret at tale hørligt over den engelske Kanal ved traadløs Telefonering, og det ligger indenfor Mulighedernes Grænse, at vi om nogen Tid kan telefonere uden Traad til et Skib midt i Atlanterhavet."

*) „Nature" 11te Juli 1907, S. 260.

Digitized by Google

II. Mars i 1907*).

Percival Lowell ved det amerikanske Lowell-Observatorium er bekendt for sine Marsiagttagelser. Paa Opfordring meddeler han „Nature“ nogle af Hovedresultaterne af Observationerne under den sidste Opposition (Juli 1907). Artiklen er ledsaget af hosstaaende Billede af Marskanalerne; det lykkedes at fotografere dem, og Lowell fortæller, at han paa sin Plade talte 56 Kanaler og en af dem dobbelt. Billedet viser Kanaler, der udgaar fra den mørke Plet, der bestaar af et større og et mindre Parti med en Indsnævring imellem; Pletten hedder „Solens Sø“ og Kanalsystemet om-



kring den udvikledes, mens den nærmeste Polarplet svandt ind under Solens Straaler. Lowell hører til dem, der betragter Kanalsystemet som et Tegn paa levende Væsners Tilstedeværelse paa Mars, og han fremhæver udtrykkeligt i Artiklen, at hvad han har set under denne Opposition, i høj Grad bestyrker ham i denne Anskuelse; han mener, at „Kanalerne“ er Vegetationsstriber, der paa den vandfattige Klode udvikler sig omkring et System af smallere, rigtige Kanaler, der fylder sig med det Vand, der fremkommer ved Polarisens Smeltning og derved giver Betingelse for Plantevækst. Vandingskanalerne er det da, der antages byggede af intelligente Væsener.

*) „Nature“ 29de Aug. 1907, S. 446

Digitized by Google

III. Et ejendommeligt Fænomen, der opstaar ved Betragtning af et Objekt gennem en smal Spalte*).

Man tegner et temmelig stort og tydeligt Kors med Blæk paa et Stykke Papir. Betragter man Korset gennem en smal Spalte, der holdes umiddelbart foran Øjet og Korset er ca. 50 cm. eller mere fra dette, ser man kun den Streg, der er vinkelret paa Spalten; i omtrent 15 cm. Afstand ser man begge Streger, men ved mindre Afstande forsvinder Stregen vinkelret paa Spalten, og man ser kun den, der i første Tilfælde var usynlig. Afstandsangivelserne er kun omtrentlige; de retter sig efter Spaltebredden, Stregernes Tykkelse og Øjet, der ser.

Forklaringen er i korte Træk følgende: I første Tilfælde ser man ikke den med Spalten paralelle Streg paa Grund af Lysets Bøjning ved Gennemgang gennem den smalle Spalte; ser man nøje til, opdager man da ogsaa i Stedet for den en Række ganske svage med Spalten paralelle mørke Striber. I sidste Tilfælde ser man kun den Streg, der er lige ud for Spalten, ti da man er Øjet saa nær med Genstanden, virker dette ikke billeddannende paa sædvanlig Maade; man faar paa Øjets Næthinde et Billede, der dannes som ved Lysets Gang gennem smaa Aabninger og kun Genstande temmelig lige for Spalten kan naa at sende synderligt meget Lys ind paa Næthinden.

IV. Om Elektrisering af det menneskelige Legeme ved nogle Bevægelser.

I 1903 offentliggjorde A. Heydweiller i Ann. der Phys. en Notits: „Om det menneskelige Legemes Selvelektrisering", hvori han berettede om en Del Forsøg, der havde vist, at det menneskelige Legeme ved visse Bevægelser blev elektrisk; ved en Knæbøjning blev den øvre Del af Legemet positiv elektrisk, den nedre Del negativ; Bøjning af Albueleddet fremkaldte en negativ Ladning

*) E. Grimsehl: Physikalische Zeitschrift 8, Nr. 13.

Digitized by Google

i Haanden, men Strækning af samme Led en positiv Ladning. Potentialet svingede mellem nogle Hundrede og Tusinde Volt.

Heydweiller antog, at Fænomenerne skyldtes fysiologiske Virkninger og henviser til, at de fremkomne Elektricitets-Fortegn passer med Fortegnet for elektromotorisk Kraft, som du Bois Reymond har fundet ved Muskeldeformationer.

Heydweillers Forsøg er nu blevne gentagne i St. Petersborgs kejserlig militær-medicinske Akademis Laboratorium*). De nye Forsøg synes at vise, at de Fænomener, som Heydweiller omtaler, dels maa antages at fremkomme ved Gnidning mellem Klæderne og Legemet, dels ved Gnidning mellem Fodsaalerne og Materialet af den Isolerskammel, som Forsøgspersonen stod paa; endvidere fremkom der i visse Tilfælde en Kondensatorvirkning mellem en elektrisk Ladning paa de forholdsvis daarligt ledende Klæder, som ikke berøvedes deres Ladning ved en Afledning til Jorden og det godt ledende menneskelige Legeme. Heydweiller havde ment, at hans Forsøg stod i Modstrid med den almindelige Antagelse om, at det menneskelige Legeme er en god Leder, men denne Strid er nu hævet, idet Forsøgene viste, at Ledningen gennem Legemet var god, og at det ubedækkede Legeme hurtigt fik samme Potential overalt.

Nyere Undersøgelser over Fiksstjernernes spektrale Udvikling.

Ved

H. E. Lau.

Ejnar Hertzsprung: Zur Strahlung der Sterne I—II (Zeitschrift zur wissenschaftliche Photographie, Band III, S. 429—442, Band V, S. 86—107).

*) Physikalische Zeitschrift, 8. Aarg. Nr. 17, S. 569.

Digitized by Google

I disse to Afhandlinger har Forfatteren givet et vigtigt Bidrag til Løsningen af Spørgsmaalet om Forholdet mellem de normale Stjernespektra og de Maury'ske „collaterale" Serier. Da de nyere Undersøgelser over Stjernernes spektrale Udvikling sikkert er ret ukendte herhjemme, tænker jeg, at nogle orienterende Bemærkninger om dette Spørgsmaal vilde kunne have nogen Interesse for Fysisk Tidsskrifts Læsere.

Vogels Inddeling af Stjernespektrene skal, som bekendt, fremstille Stjernernes gradvise Udvikling fra Taagestadiet til den endelige Udslukning. Som de relativt yngste og hedeste betragter Vogel de hvide Stjerner, hvis Spektra (Typus I) karakteriseres ved enormt kraftige Brintlinjer og svage Metallinjer. Ved Afkøling bliver Stjernen gul, og Spektret gaar over til II Type, hvis Metal- og Brintlinjer har samme Intensitet. Ved fortsat Afkøling bliver Stjernen rød; dette Udviklingstrin karakteriseres ved Typus III, hvis Spektra er let kendelige paa deres mere eller mindre udprægede Absorptionsbaand. Indenfor hver Spektraltype maatte Vogel dog antage to eller flere Underafdelinger; III Typus delte han saaledes i III^a de normale Baandspektra, og III^b, hvis Absorptionsbaand skyldes Kulbrinter.

Da Vogel opstillede sin Inddeling (1874), var Kendskabet til Gastaagernes Spektra endnu meget ringe og de „klassiske" Anskuelser beherskede endnu Kosmogonien saa enevældigt, at Tanken om flere Udviklingsrækker for Fiksstjerner havde overordentligt svært ved at finde Indpas. Bl. a. hævdede Vogel og hans Skole, at Typerne III^a og III^b maatte være „sideordnede", d. v. s. en Stjerne kunde under sin Udvikling enten naa det Stadium, der repræsenteres af Typus III^a eller ogsaa kunde den afslutte sin Tilværelse som „Kulbrintestjerne" (III^b). Mere Udbredelse vandt dog den af Modstanderne forfægtede Anskuelse, hvorefter „Kulbrintestjernerne" repræsenterede et mere fremskredent Udviklingstrin af Typen III^a; efter denne Teori skulde altsaa alle Stjerner gennem samme Udvikling, saa at samtlige Spektra skulde kunne ordnes i een eneste „Udviklingsrække". Vogel forsvarede sit Standpunkt med, at det endnu ikke var lykkedes at paavise et eneste Spektrum, der kunde fremstille Overgangen fra III^a til III^b, Modstanderne deres med, at det var lige saa umuligt at paavise Spektra, der stod mellem Typerne II og III^b. Diskussionen om Forholdet mellem

Digitized by Google

de to Underafdelinger af III Typus døde til Slut hen uden Udbytte.

De følgende Aars Bestræbelser gik nærmest ud paa at indordne de øvrige Vogel'ske Underafdelinger i Hovedrækken af Spektra Det saa en Tid ud til. at disse Forsøg skulde krones med Held. Af de klareste Stjerner i Orion havde Vogel saaledes dannet en Underafdeling (I^b), hvis Spektra karakteriseredes af en ukendt Linje, der ogsaa forekom i de uregelmæssige Gastaager, og som senere har vist sig at skyldes Helium. Da Barnards fotografiske Optagelser godtgjorde, at alle de Egne, hvori disse Helium- eller Orionstjerner optræder, er slørede af udstrakte, lyssvage Taagemasser, laa det nær at antage, at Spektrene af denne Underafdeling repræsenterede et Udviklingstrin forud for I Type. I den nyeste Tid er det lykkedes at paavise Spektra, der staar Taagernes endnu nærmere, nemlig Spektra af Oriontypen med lyse Brintlinjer samt en helt ny Type, hvis Spektre indeholder en interessant Linjeserie, hvis Bølgelængder kan fremstilles ved en Ændring af Balmers Formel for Brintspektret.

Efter disse uventede Opdagelser har man ikke taget det saa nøje med det endnu manglende Led mellem Typerne III^a og III^b, men uden videre slaaet sig til Ro i de tilvante Anskuelser. Man tænker sig altsaa, at en Stjernes spektrale Udvikling skulde forløbe saaledes: Først et Gastaagespektrum, hvis lyse Linjer svinder ind og afløses af mørke Heliumlinjer. Disse bliver derefter svagere, medens Brintlinjerne træder mere frem. Naar Brintlinjerne har naaet deres største Intensitet, er Stjernen hedest, og Spektret tilhører I Type. Under Afkølingen afløses Brintspektret af talrige Linjer af Jærn, der er karakteristiske for II Type, Under den videre Afkøling dannes der Absorptionsbaand (III Type, der til Slut afløses af mørke Kulbrintebaand. Uagtet der var Huller nok i denne „Spektralserie", tydede dog alt paa, at det skulde lykkes at ordne alle Spektra i en kontinuert Række.

I Slutningen af Halvfemserne havde Harvarder Observatoriet imidlertid paabegyndt sin storstilede Gennemmønstring af Nordhimlens Spektra. I den saakaldte „Draper Katalog" beskrev Pickering først 10,351 Spektra; herefter fulgte Miss Maurys epokegørende Arbejde „Spectra of Brigth Stars", hvor Spektrene af de klareste Stjerner (indtil 5te Størrelse) findes klassificerede efter

Digitized by Google

Optagelser med flere Objektivprismer. Senere er Draper Katalogen bleven udvidet til de svagere Stjerner, saa at den nu omfatter ca. 30,000 Spektra.

Ved Miss Maurys Undersøgelse viste det sig nu, at de „abnorme“ Spektra, som ikke lod sig tvinge ind i Hovedserien, forekom langt hyppigere end man skulde vente efter de ældre Arbejder. Dette tvang hende til et yderst radikalt Skridt: Hun lod Ideen om den eneste Udviklingsrække falde og opstillede resolut 3 paralelle („collaterale“) Rækker af Spektra. Hovedmassen af Spektrene danner en Række („division a“), der i alt væsentligt falder sammen med Vogels. Af Spektra med abnormt brede Linjer danner hun en Siderække („division b“), af Spektra med abnormt smalle Linjer en anden („division c“). Da Spektrallinjernes relative Intensiteter stemmer overens i a- og b-Rækken, og da flere spektroskopiske Dobbeltstjerner efter Komponenternes Stilling afvekslende tilhører a- og b-Rækken, mener Maury selv, at der næppe er nogen udpræget fysisk Forskel mellem disse to Rækker. For c-Rækken er Forholdet et ganske andet: Alle Spektrallinjerne er usædvanlig skarpe og smalle, Metallinjernes relative Intensitetsforhold ganske abnormt og endelig indeholder Spektrene Linjer af ukendt Oprindelse, som ikke forekommer i Solspektret. Det er disse „c-Stjerner“s Forhold, Hr. Hertzsprung har underkastet en nærmere Undersøgelse.

I et Arbejde, der forblev upaaagtet og til Slut glemt, har Monk allerede i 1893 paavist, at Fiksstjernernes tilsyneladende Egenbevægelse afhænger af Spektraltypen. Da Vogels spektroskopiske Undersøgelser har godtgjort, at Stjernernes lineære Hastighed er den samme for alle Spektraltyper, slutter Monk, at den absolute Lysstyrke er forskellig for de forskellige Spektraltyper, nemlig størst for Orionstjernerne, mindre for I Type, mindst for II Type og — mod al Forventning — atter ret betydelig for III Type.

Dette Resultat var, som man ser, i den vildeste Strid saavel med de „klassiske“ som med de mest hypermoderne Anskuelser over Varmeforholdene ved en Gaskugles Sammentrækning. Enten maatte Temperaturen aftage uafbrudt (Laplace), eller ogsaa stige til et vist Maksimum for at falde, naar Trykket var blevet saa stort, at Mariottes Lov blev ugyldig (Ritter, Lane, See), medens

Digitized by Google

Monks Resultater krævede, at Temperaturen skulde aftage, indtil Stjernen havde naaet Solens Udviklingstrin for derefter paany at stige med stor Voldsomhed.

Af dette Problem har Hr. Hertzsprung i den første Afhandling givet en lige saa smuk som uventet Løsning. Han viser nemlig, at de røde Stjerner er af to forskellige Typer: 1) lyssvage, røde Stjerner, der danner en Fortsættelse af de normale Stjerner, 2) klare, røde Stjerner, som danner den hidtil forgæves eftersøgte Fortsættelse af Maurys c-Serie, der slutter af i II Type. Naar man nu ved Undersøgelser over Stjernespektra udvælger Stjernerne over 5te Størrelse (som Maury har gjort), faar man af røde Stjerner kun c'erne med, hvis enorme absolute Lysstyrke bevirker den af Monk paaviste stærke Klarhedstilvækst paa Overgangen til III Type. Vejen, ad hvilken han har naaet dette Resultat, er følgende:

Indenfor en given Spektralklasse kan vi antage, at den absolute Klarhed nogenlunde er den samme, da de hidtidige Bestemmelser af Stjernemasser har givet Resultater, der kun svinger lidt om en vis Middelværdi. Endvidere ved vi, at den lineære Hastighed er den samme for alle Spektraltyper, saa at de tilsyneladende Egenbevægelser kan tages som Maal for Afstandene. For hver Spektraltype kan vi altsaa beregne en Middelbevægelse svarende til en vis Klarhed. Hr. H. har henført sine Resultater til 0te Størrelse (omtr. Vegas Klarhed). Maurys a- og b-Rækker slaar han — sikkert med Rette — sammen i en Serie — („Solserien"), medens c-Stjernerne behandles for sig.

Maury deler sine Spektralrækker i 20 „Grupper", der angiver Stjernernes relative Alder. Grupperne I—V omfatter de yngste Stjerner, Heliumtypen; VI—IX de hvide, X—XIV de gule og XV—XX de røde Stjerner. For c-Stjernernes Vedkommende bør det mærkes, at der — efter Maurys Opfattelse — mangler røde c-Stjerner; de ophører med Gruppe XIV, som indeholder nogle Stjerner med svagt udprægede c-Egenskaber. Dette ser jo allerede i sig selv noget mistænkeligt ud, men endnu mærkeligere er det dog, at c-Stjernernes Forsvinden ledsages af et pludseligt Spring i Hovedseriens Middelbevægelse. For Hovedseriens vigtigste Grupper finder Hr. H. følgende aarlige Middelbevægelser til den angivne Normalklarhed:

Digitized by Google

I 0″,067	VII 0″,386	XIII 3″,191
II 0″,059	VIII 0″,439	XIV 0″,401
III 0″,069	IX 0″,547	XV 0″,811
IV 0″,102	X 0″,646	XVI 0″,449
V 0″,199	XI 0″,687	XVII 0″,378
VI 0″,429	XII 1″,197	XVIV 0″,479

Man ser, at der er en udpræget Diskontinuitet ved Overgangen fra Gruppe XIII til XIV. Da Draper-Katalogens Inddeling var meget raa, har Monk kun kunnet paavise, at de røde Stjerners Middelbevægelse var mindre end de gules, hvorimod Hr. H. med den finere Maury'ske Klassifikation har kunnet godtgøre — og dette er af den største Betydning for Spørgsmaalets Løsning — at der aldeles ikke kan være Tale om en jævn Overgang fra de gule til de røde Stjerner.

Til samme Resultat kommer Hr. H. ved Hjælp af de nyere Bestemmelser af Stjerneparallakser. Af Gills, Elkins o. fl. a. Undersøgelser, finder han følgende Middelparallakse (til den angivne Normalklarhed):

II—IV	0″,025	af 6	Stjerner
V—VI	0″,106	- 5	—
VII—VIII	0″,153	- 10	—
IX—XI	0″,189	- 6	—
XII—XIII	0″,442	- 2	—
XIV	0″,567	- 5	—
XV	0″,151	- 8	—
XVI	0″,171	- 3	—
XVII—XVIII	0″,115	- 3	—

Da c-Spektrenes Ejendommeligheder især træder frem i de første Grupper og aftager med voksende Gruppenummer, slutter Hr. H., at Fortsættelsen af c-Serien ikke vilde kunde adskilles fra Hovedserien, saa at Grupperne XV—XX i Virkeligheden skulde være en Blanding af Hoved- og Sideserie. Det laa derfor nær at antage, at Gruppe XV's Forhold skyldes Indblandingen af de røde c-Stjerner.

Nu viser Hr. H.s Undersøgelse, at c-Stjernernes Egenbevægelse er praktisk Nul og ganske forsvindende overfor de normale Stjerners

Digitized by Google

I Gruppe XIII er Egenbevægelsen for Hovedserien 3″,250 aarlig, medens den for Gruppe XIII i c-Serien kun er 0″,033, d. v. s. c-Stjernernes absolute Lysstyrke er over 10,000 Gange større end de normale Stjerners. Endvidere viser c-Stjernerne en udpræget Sammenhobning om Mælkevejen, saa at denne mærkelige Stjernetype maa antages at tilhøre Mælkevejens fjærneste Stjernelag.

Af alt dette kan vi nu uddrage den Slutning, at de røde Stjerners tilsyneladende abnorme Forhold alene hidrører fra, at Miss Maury har sammenblandet Hovedseriens „Hale" med røde, lysstærke c-Stjerner.

I sin anden Afhandling har Hr. H. angivet en yderst simpel Metode til at adskille Hoved- og Sideseriens „Haler", saa at man kan studere dem hver for sig. Hans Tankegang er følgende: Da c-Stjernerne tilhører Mælkevejen, kan man udskille Hovedserien ved at udtage Stjerner i Solsystemets Nærhed f. Eks. de 95 Stjerner, hvis Parallakse er over 0″,1. For disse Stjerner beregner han den Klarhed (Stjernestørrelse), de vilde have i en Afstand svarende til Parallaksen 1″ og finder

VII—VIII	+ 0,45 ± 0,97
X—XIII	+ 0,37 ± 0,20
XV	+ 1,85 ± 0,39
XVII—XVIII	+ 0,94 ± 0,47

For disse Stjerners Vedkommende synker Klarheden altsaa uafbrudt under Afkølingen, hvilket er i Overensstemmelse med den ældre Anskuelse. Hermed er det altsaa bevist, at de røde Stjerners Forhold fuldstændig forklares ved Sammenblandingen af Hoved- og Sideserie.

Den anden Afhandling indeholder iøvrigt en talrig Række Bemærkninger om „spektrale Ækvivalenter" for Forskellen mellem røde Stjerner og Hoved- og Sideserie. Hr. H. gør navnlig opmærksom paa Spektrallinjen λ 4078, hvis Intensitet er abnorm i Spektra af røde Stjerner med stor absolut Lysstyrke. For Dobbeltstjernernes Vedkommende afgiver Ledsagerens Farve et Kriterium, idet røde Stjerner med blaa Ledsagere udmærker sig ved saa stor absolut Lysstyrke, at de ubetinget maa henføres til c-Serien.

Af de mange interessante Bemærkninger, Hr. H. fremsætter i denne Afhandling, har i alt Fald een Interesse udenfor Astrofysikernes

Digitized by Google

snævre Kreds. Han viser nemlig, at „Kulbrintestjernerne"s absolute Lysstyrke er saa stor og deres Sammenhobning mod Mælkevejen saa iøjnefaldende, at man vistnok er nødt til at opfatte dem som sidste Led i c-Serien. Antallet af Kulbrintestjerner med kendt Egenbevægelse er imidlertid saa ringe, at en Række Positionsbestemmelser med en Meridiankreds vilde være et højst fortjenstfuldt Arbejde.

Efter min Mening kan man ikke let overvurdere Betydningen af Hr. H.s Arbejde. Monks Resultater maatte — indtil c-Stjernernes Forhold blev belyst — virke lammende paa alle Undersøgelser paa dette Felt, hvor enhver Vej fremad syntes spærret. Hr. H.s Arbejde vil derfor sikkert bidrage ikke saa lidt til atter at sætte Liv i den spekulative Side af den stellare Astrofysik.

Søren Hjorth,

Dynamoprincippets Opfinder.

Af

Sigurd Smith.

Hidtil har d'Hrr. Siemens og Wheatstone oftest været regnede for de første Opfindere af Dynamoprincippet (1867). At dette ikke er rigtigt, vil fremgaa af det Følgende; det er i Virkeligheden en dansk Mand, Søren Hjorth, som først (1854) har opfundet og anvendt dette Princip.

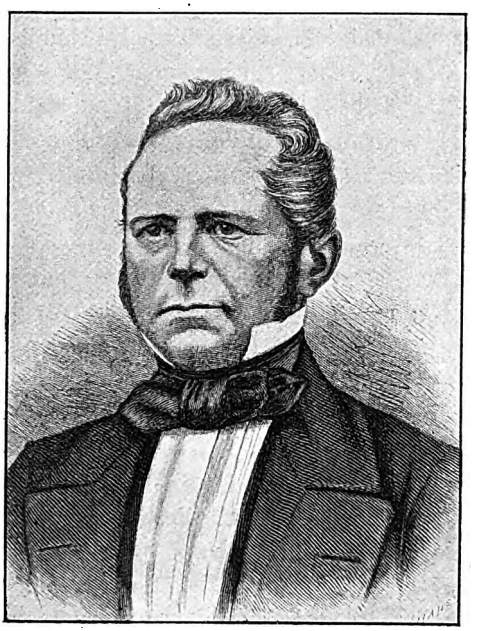
Ved sine Eksperimenter med elektriske Maskiner bemærkede Hjorth, at Støbejærn altid besidder en Del Magnetisme, den saakaldte „remanente Magnetisme"*), og at denne er tilstrækkelig til at frembringe en svag Strøm i Maskinens Anker. Denne Strøm anvendte han til at magnetisere selve Maskinens Magneter, opnaaede

*) Dette Udtryk er først anvendt 13—14 Aar senere. Hjorth kalder sine Støbejærnsmagneter for „permanente Magneter".

Digitized by Google

derved en endnu stærkere Strøm, hvorved Magneterne atter forstærkedes, og saa fremdeles. — En Maskine, der er bygget efter dette Princip, saa den selv kan arbejde sig op fra en ganske ringe Spænding, idet dens Strøm forstærker Magneterne, kaldes en Dynamo og siges at være bygget efter Dynamoprincippet.

Dette Princip er første Gang anvendt af Hjorth og udtalt i



Søren Hjorth.

hans engelske Patent af 14de Oktober 1854 (Nr. 2198). Desværre lykkedes det ikke Hjorth at føre Opfindelsen ud i Livet.

Inden Hjorths Opfindelse blev gjort, havde Wheatstone (1845) forbedret den magneto-elektriske Maskine ved at anvende Elektromagneter i Stedet for Staalmagneter og føde dem fra et galvanisk Batteri. Senere havde Brett (1848) forbedret den ved at lede Maskinens egen Strøm omkring Staalmagneterne, der dog kun kan modtage en svag magnetisk Mætning, og der kunde derfor ikke blive Tale om nogen egentlig „Arbejden sig op". Det var forbeholdt Hjorth ved den remanente Magnetismes Hjælp at bygge en

Digitized by Google

Maskine, der uden noget galvanisk Batteri eller anden Hjælp ude fra var i Stand til at arbejde sig op til en betydelig Spænding.

Søren Hjorth er født den 13de Oktober 1801. Sin Barndom tilbragte han paa Vesterbygaard i Jordløse Sogn Nord for Tissø, hvor hans Fader, Jens Hjorth, var Forpagter.

Forældrene blev tidlig opmærksomme paa, at Sønnen var i Besiddelse af et betydeligt mekanisk Talent. Han havde dog ikke som Barn Lejlighed til at lære meget, men kom senere til at læse til dansk-juridisk Eksamen. Efter at have taget denne blev han Godsforvalter, gik fra denne Stilling over til at blive Volontær, senere Kammerskriver og Sekretær i Rentekammeret (1836). I alle disse Aar har Hjorth syslet med mekaniske Problemer: Tærskemaskiner, roterende Dampmaskiner og Dampvogne. Han foretog flere Rejser til England for at studere disse sidste, hvoraf flere Konstruktioner i hin Tid anvendtes. — Da han i 1839 vendte hjem fra en Rejse til England, Frankrig og Belgien, syntes det at være gaaet op for ham, at Dampbaner var at foretrække for Landevejsdampvogne og fra nu af kastede han sig med Kraft ind paa Arbejdet for en Jærnbanelinje fra København til Roskilde. Han havde det Held i Bogholder Schram at finde en Mand, med hvem han kunde arbejde sammen paa Gennemførelsen af dette Projekt. I disse Aar virkede Hjorth meget ivrigt som Agitator for Jærnbanesagen, men for døve Øren. Først da Hjorth og Schram i Januar 1841 fik Industriforeningen interesseret i Sagen, aabnedes der Udsigter til at faa Sagen frem. Hjorth blev Formand og senere Næstformand i Industriforeningen og i denne Egenskab lykkedes det ham i 1844 at danne det sjællandske Jærnbaneselskab, hvis første tekniske Direktør han blev.

I 1848 tog Hjorth sin Afsked fra Direktørstillingen og benyttede Sommeren til at rekreere sig efter sin anstrængende Gerning. Samtidig indgav han en Ansøgning til Regeringen om en Rejseunderstøttelse paa 200 Rd. for i England at faa udført en af ham udtænkt elektrisk Maskine. — Hjorth har ikke beskrevet sit Projekt, men kun mundtlig betroet det til Professorerne Ørsted og Forchhammer. Disse to Herrer tilraadede Bevillingen af Hjorths Ansøgning med følgende af Ørsted affattede frisindede Motivering:

Digitized by Google

„Hvad Ansøgerens ny elektromagnetiske Maskine angaar, da maa vi erklære, at dette er ret sindrigt, endskønt vi ikke finder os overbeviste om, at den vil frembringe udmærkede Virkninger, vil vi dog anse det for nyttigt, at en arbejdende Model udførtes. Ansøgeren, som i saa mange Aar har arbejdet for denne Sag, kunde maaske ved at faa en saadan Model i Virksomhed, endnu paafinde Noget, der kunde bringe ham Maalet nærmere. Den ufortrødne Iver har ofte ført til et Maal, hvis Opnaaelse i Førstningen søgtes med Midler, som Videnskaben maatte erklære for aldeles utilstrækkelige, men til hvilket man under det fortsatte Arbejde fandt ganske andre, af Opfinderen selv tidligere ikke anede Hjælpemidler. Forsaavidt den ansøgte Sum af 200 Rd. er saa liden, synes det os da, at Bevillingen vil kunne tilraades. Vi kunne dog ikke tilbageholde den Bemærkning, at Ansøgerens Maskine fuldkomment vel lader sig forfærdige her som noget andet Sted".

Saaledes banede Elektromagnetismens Opdager Vejen for Dynamomaskinens Opfindelse.

Kort efter Hjorths Ankomst til London var han saa heldig at træffe en Ingeniør, Gregory, som havde lagt sig særlig efter Elektromagnetismen, og som fattede Interesse for Hjorths Opfindelse. Gregory skaffede Hjorth i Forbindelse med Pengemænd, der ofrede store Summer paa Udførelsen af Hjorths Maskiner. Som Resultat af Arbejdet fremstod den paa Verdensudstillingen i London 1851 udstillede Elektromotor, der meget mindede om Datidens Dampmaskiner, blot at Stempel og Cylinder var ombyttede med to Elektromagneter, der kunde gaa ind i hinanden. Maskinen vakte stor Opsigt ikke blot paa Udstillingen, hvor den fik den eneste Prisbelønning, der uddeltes for elektriske Maskiner, men Hjorth blev ogsaa anmodet om at forevise Maskinen i The Royal Society og ved Aarsmødet i Institution of Civil Engineers.

Hjorths Elektromotor blev dreven ved galvaniske Elementer. Da dette var en bekostelig Sag, tog Hjorth, saa snart han havde fuldendt sit Arbejde med Elektromotoren, fat paa den Opgave at bygge et „tørt Batteri" — saaledes benævnedes en Maskine til Frembringelse af Elektricitet. De paa hint Tidspunkt kendte „tørre Batterier" egnede sig ikke til større Energimængder, da de enten benyttede permanente Magneter eller var afhængige af galvaniske Elementer.

Digitized by Google

Da Hjorth i 1851 kom tilbage fra sin Englandsrejse, var han allerede inde paa den Tanke, der senere skulde føre ham til Maalet. Vi ser det af nogle Papirer, som er forsynede med Professorerne Scharling og Forchhammers Paategning og i December 1851 og Maj 1852 deponerede i Videnskabernes Selskab. Vel er der endnu stor Uklarhed tilstede og sammen med den Ide, der førte Hjorth til Maalet — Dynamoprincippet — kæler han for en anden Tanke, som desværre senere skulde føre ham til Spekulationer over mekanisk uløselige Opgaver. De omtalte Papirer er to Beskrivelser

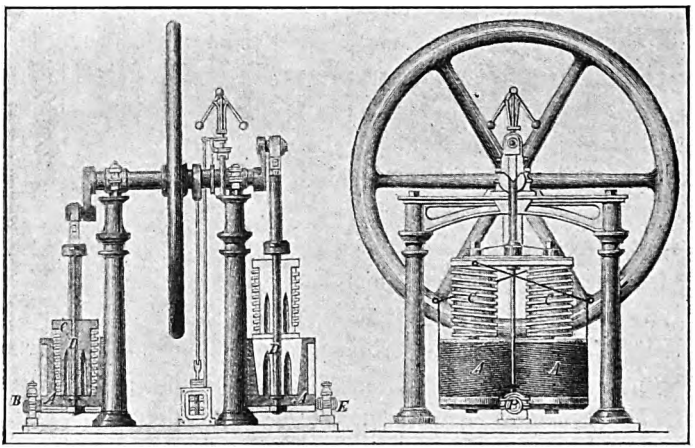


Fig. 1. Hjorths Elektromotor.

— affattede paa Engelsk og ledsagede af Tegninger. I Følge disse bestaar Maskinerne af 3 eller 4 Kredse af lodrette Stangmagneter af Staal, anbragte over hinanden og ordnede om en lodret Aksel, der bærer 2 eller 3 Kredse af Ankere. Hvert Anker bestaar af et Stykke blødt Jærn og er beviklet med en Kobberstrimmel paa en særlig Maade. Der findes lige saa mange Ankere i en Kreds som Magneter. Saavel den hule Aksel som Magneterne, der er forsynede med Sko af blødt Jærn, er beviklede og omkredses af den i Ankrene frembragte Strøm. I magnetisk Henseende kan Maskinen opfattes som en Modifikation af Bretts Maskine og Hjorth gør særlig opmærksom paa, at der finder en gensidig Virkning Sted mellem Ankrene og Magneterne, hvorved der induceres stærkere

Digitized by Google

Strøm i Ankrene og saa fremdeles. Som det nye ved disse Maskiner fremhæver Hjorth den vidtgaaende Deling af Staalmagneterne i mange smaa med et Anker svarende til hver Magnet; herved opnaar han at faa større Ydeevne af Maskinen, end om han havde anvendt faa og større Staalmagneter. Maskinen er forsynet med en Kommutator, der giver ensrettet Strøm.

I 1854 blev Hjorth kaldet til England for at „bringe Forbedringen af det magneto-elektriske Batteri til Modenhed". Resultatet af hans Arbejde er nedlagt i de engelske Patenter Nr. 2198 af

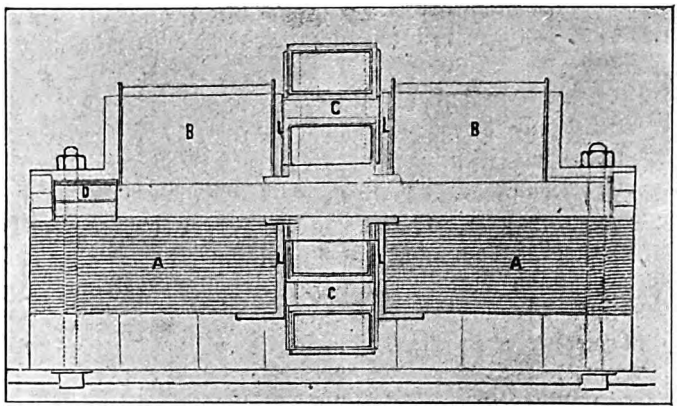


Fig. 2. Patenttegningen af Hjorths Dynamo 1854.

14de Oktober 1854 og Nr. 806 af 1855, hvori vi for første Gang finder Beskrivelsen af en Dynamo.

Den førstnævnte Patentbeskrivelse gengives nedenfor med Udeladelse af nogle mindre vigtige Afsnit.

„Hovedtrækkene i dette Batteri bestaar i at anvende een, to eller flere permanente Magneter A af Støbejærn og den Form, som er vist paa Tegningen i Forbindelse med et lignende Antal eller flere Elektromagneter B af den Form, som er vist paa Tegningen, paa en saadan Maade, at de Strømme, der induceres i de bevægelige Ankeres Bevikling føres rundt om Elektromagneterne. Heraf følger, at jo stærkere Elektromagneterne magnetiseres paa den omtalte Maade, desto stærkere vil Ankrene C blive magnetiserede og følgelig indu-

Digitized by Google

ceres stærkere Strøm i Beviklingerne. Medens en gensidig accelererende Kraft saaledes er frembragt mellem Elektromagneterne og Ankrene, induceres samtidig en Tillægsstrøm eller sekundær Strøm i Elektromagneternes Bevikling ved Ankrenes Bevægelse, og denne Strøm gaar i samme Retning som den primære Strøm efter at have passeret Kommutatoren. Retningen af den Strøm, der induceres i Ankerbeviklingen, vil naturligvis skifte Retning, eftersom Polariteten veksler, og der anvendes derfor en Kommutator, der bringer Strømmen til at gaa i een Retning". Derefter følger en Beskrivelse af Maskinens Kommutator. Tilsidst omtales de Polsko,

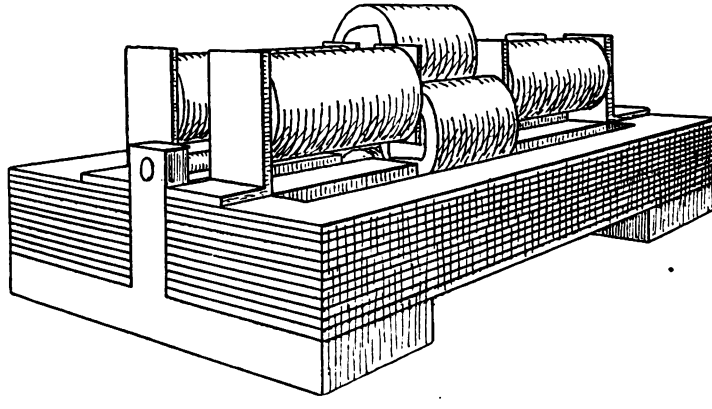


Fig. 3. Perspektiv af Hjorths Dynamo 1854.

hvormed saavel Magneterne som Ankrene er forsynede. Han gør opmærksom paa, at Polskoene paa den Side, hvor de bevæger sig fra hinanden, hver har en Spids i kort Afstand fra Omdrejningsaksen, „alt dette er gjort for at hindre Ekstrastrømme og samtidig lette Bevægelsen af Ankeret". „Da Staalmagneter ogsaa kan anvendes i Stedet for Støbejærnsmagneter, kan de permanente Magneter bevikles ligesom Elektromagneterne, hvilket ogsaa vil gøre dem mere permanente".

Man lægge Mærke til, at Hjorths „permanente" Magneter er af Støbejærn. Dette viser, at Hjorth har kendt Remanensen. Permanente Støbejærnsmagneter kan ikke være andet, end hvad vi nu til Dags med et 13—14 Aar senere opfundet Udtryk vilde kalde remanente Støbejærnsmagneter og den Dag i Dag snurrer

Digitized by Google

Tusinder af Dynamoer rundt, hvis Magneter er dannede af Støbejærn. — Man har tidligere antaget, at Siemens var den første, der gjorde opmærksom paa Jærnets Remanens ved sin Artikel i Royal Societys Afhandlinger den 14de Februar 1867.

Naar Hjorth har givet Polskoene en saadan Form, at Ankeret gradvis afmagnetiseres, og begrundet dette med, at han derved

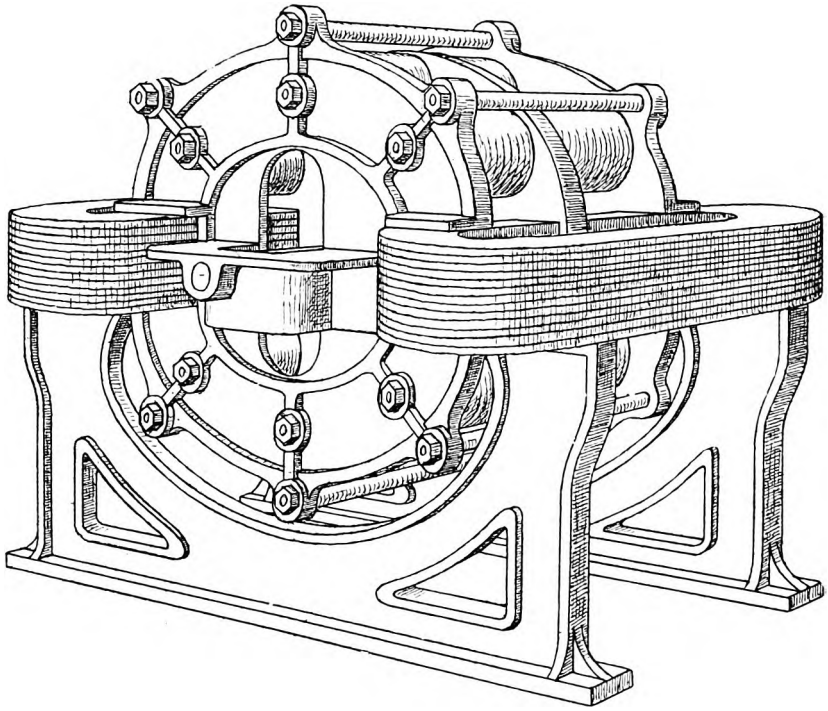


Fig. 4. Hjorths Dynamo 1855.

undgaar Ekstrastrømme — og den dermed følgende Gnistdannelse — er dette rigtigt nok. Naar han derimod tror at kunne lette Bevægelsen af Ankeret ved en særlig Form for Polsko, beror dette paa en Vildfarelse. Hvis det nemlig var saadan, vilde Maskinen være et Perpetuum mobile.

Figur 3 og 4 viser Hjorths Dynamoer fra 1854 og 1855. Man vil særlig lægge Mærke til de store Støbejærnsmagneter, hvis Poler nærmer sig til hver sin Side af Ankerhjulet. Paa Dynamoen

Digitized by Google

fra 1854 fandtes desuden 4, paa Dynamoen fra 1855 12 Elektromagneter, stillede parvis overfor hinanden paa begge Sider af Ankerhjulet. Maskinerne virker henholdsvis som 4-polet og 8-polet Maskine.

Samtidig med at Hjorth arbejdede paa Dynamoen, udtog han forskellige Patenter paa Maskiner, drevne ved Elektricitet. Det var Hjorths Maal at gøre Elektriciteten anvendelig som Drivkraft.

Hjorth havde ikke spundet Silke ved sine Forsøg, og da det ikke lykkedes for ham at faa nogen af sine Opfindelser ført ud i Livet, fik han Intet igen for de Summer, som han havde ofret derpaa. Vi ser da ogsaa, at Hjorth i 1859 søger og faar Bevilling som Translatør i det engelske Sprog i København, og fra denne Tid af ernærede han sig dels som Translatør og Lærer og dels ved en Agenturforretning som Repræsentant for Charles Cammells Jærnværk i Sheffield. Endelig havde han en Slags Patentbureau, idet han hjalp Udlændinge med at faa Eneretsbevillinger. Samtidig havde han dog stadig nye Opgaver for, arbejdede for nye Baneanlæg, først i Tredserne foranstaltede han en Undersøgelse iværksat over Anvendelsen af bornholmske og Silkeborg Kul samt Tørv til Briketter. I April 1860 ansøgte han Regeringen om at faa en Ansættelse, hvorved han kunde bidrage til Jærnbaners Anlæg her i Landet og henviste til sine tidligere Fortjenester paa dette Omraade. Da han endnu et Aar efter ikke havde faaet nogen saadan Stilling, anmodede han om, i Fald en saadan Stilling ikke kunde gives ham, at faa en aarlig Understøttelse. Da „Ideen til den sjællandske Jærnbanes Anlæg saavelsom til Banens Hovedretning for en væsentlig Del skyldes Sekretær Hjorth . . . . og der ogsaa maa tilskrives ham en ikke ringe Andel i Foretagendets Gennemførelse", indstilles Hjorth til en Understøttelse paa Finansloven 1861—62. Han fik dette Aar og de følgende til sin Død 500 Rd.

Den lille, sirlige Mand med den høje Hat og de høje Hæle var velkendt og meget skattet i mange Kredse. Han var altid hjælpsom og elskværdig. Det vides, at han med stort personligt Offer har hjulpet en yngre Haandværksmester i en vanskelig Periode. I Selskab vakte han Opmærksomhed ved sin Evne til at fængsle og rive sine Tilhørere med. Om Søndagen saa man ham regelmæssig vandre til Johanneskirken paa Nørrebro — hans Sogne-

Digitized by Google

kirke — hvor han i mange Aar hørte den alvorlige Pastor Frimodts Forkyndelse.

Det synes, som om Hjorth helt holdt op med sine Eksperimenter i Tredserne indtil Verdensudstillingen i Paris 1867. Paa denne Udstilling havde Hjorth en Maskine, hvis Konstruktion blev holdt hemmelig under Udstillingen, men som senere viste sig ikke at være bygget efter Dynamoprincippet. Hjorth var kommen ind paa den forkerte Anskuelse, at han ved at ordne Magnetpolerne paa en bestemt Maade kunde opnaa at faa samme elektriske Energi for et mindre Kraftforbrug. Princippet for Energiens Bestaaen var den Gang ikke saa almindelig kendt og anerkendt som nu. Formodentlig er det af økonomiske Grunde, at Hjorth ikke har bygget ovennævnte Maskine med Elektromagneter. Hjorth gjorde store Anstrængelser for at faa sin Maskine grundig prøvet ved Udstillingen. Han havde endogsaa Avdiens hos Kejser Napoleon for at faa ham til at interessere sig for Maskinen. Der forlyder intet om Undersøgelsens Resultat.

Paa Udstillingen vakte en af den engelske Mekaniker Ladd udstillet Maskine efter Dynamoprincippet stor Opsigt. For at gøre Fordring paa Prioriteten paa dette Princip, henvendte Hjorth sig gennem en Mellemmand, da Hjorth ikke selv kunde Fransk, til den fremragende Fysiker Grev Th. du Moncel — den senere Udgiver af „La lumière électrique". Da Hjorths Repræsentant ikke var videre inde i de elektriske Spørgsmaal — siger du Moncel*) — kunde han ikke udtrykke sig klart og Hjorth fik ikke sin Prioritet anerkendt. — Han vendte tilbage fra Paris i Juli 1867 og skal paa dette Tidspunkt have været meget medtaget af Sygdom og Skuffelser.

Efter Hjemkomsten fik Hjorth bygget en større og en mindre Maskine ved velvillig Bistand fra forskellig Side. Endelig indgav en Kreds af bekendte Mænd i Decbr. 1868 en Ansøgning til Regeringen om en Understøttelse paa 15,000 Rd. til at bygge en ny større Maskine for. Da Ministeriet ikke mente at kunne gaa

---

*) du Moncel fik mange Aar senere, ved Oberst Boltons Artikel i „Journal of the Society of Telegraph Engineers" 1879, Øjnene op for, at Hjorth var den virkelige Opfinder af Dynamoprincippet og gav ham Oprejsning ved en Artikel i „La lumière electrique" 1883, Pag. 555.

Digitized by Google

med til en saa stor Bevilling, foreslog det at bevilge 1000 Rd. til en Undersøgelse af de bestaaende Maskiner af Professor Hummel m. fl. Sagkyndige. Inden Forsøgene tog deres Begyndelse, besluttede Hjorth sig til at bygge en af Maskinerne om efter Dynamoprincipet. Det trak i Langdrag, inden Forhandlingerne med Ministeriet om Pengenes Anvendelse til denne Ombygning kom til Ende. Hjorths Kræfter var allerede paa dette Tidspunkt brudte, og inden Forsøgene blev afholdte døde han, den 28. August 1870.

Hjorth anede ikke selv, af hvor vidtrækkende Betydning hans Patent af 1854 senere skulde blive. Heri har vi Forklaringen paa, at hans Navn hidtil har været aldeles ukendt herhjemme i Forbindelse med Dynamomaskinen. I England er Hjorths Navn ret almindelig kendt og respekteret, til Dels ogsaa i Frankrig, hvorimod de tyske Lærebøger som Regel ikke nævner Hjorth.

Det gik med Dynamoprincippet som med den anden grundlæggende Opfindelse paa Dynamoens Omraade: Pacinottis Ring. Begge Opfindelser laa glemte i mange Aar, til der kom en Mand med et lykkeligt Greb paa at føre dem ud i Livet (Siemens og Gramme). Som Pacinottis Ring har bevaret Navn efter sin første Opfinder, burde vel ogsaa Dynamoprincippet benævnes: Hjorths Princip.

Anmeldelser.

Th. Sundorph: Fysik for Realklassen, I Varmelære og II Elektricitet. (Schubotheske Forlag, Kjøbenhavn 1907. Pris I 70 Øre, II 85 Øre). Anmeldt af H. Jepsen.

Det er vanskeligt at sige noget udtømmende om en Skolebogs Brugbarhed, saa længe den ikke er prøvet. Dog synes jeg, at de ovennævnte Bøger er i Besiddelse af de samme gode Egenskaber, som udmærker samme Forfatters Fysik for Mellemskolen. Skal det lykkes i vore Skoler at gennemføre en Undervisning, hvor Forsøget ikke alene er det grundlæggende, men ogsaa det bærende,

Digitized by Google

maa Lærebogen ikke i sin Fremstilling være for bredt anlagt; den bør være knap og kort, saa den for Eleverne bliver den nødvendige Støtte og Hjælp til at faa Sammenhæng i Forsøgenes Enkeltheder, samt i faa Ord give et Udtryk for de gennem Forsøgene udledede Love, og det forekommer mig, at Forfatteren paa en heldig Maade har løst denne Opgave.

I Del indeholder Varmelæren i et Omfang, der tilfredsstiller Fordringerne i Realklassen. De optagne Øvelser vil egne sig godt til Laboratorieøvelser og fordrer ikke kostbare Apparater. Et Kalorimeter lavet af 2 Konservesdaaser vil være fyldestgørende for den Nøjagtighed i Maalingerne, Bogen forudsætter, og det maa dog være overkommeligt for de fleste Skoler.

Forsøgsanordningen til Bestemmelse af Vands Fordampningsvarme er for en Gangs Skyld saaledes, at Forsøget lader sig udføre med et nogenlunde nøjagtigt Resultat. — Afsnittet om Luftarters Fortætning falder maaske nok udenfor Fordringerne, men det glæder mig, at det er taget med, og Lejlighed til Forsøg med flydende Kulsyre kan enhver Skole faa ved at sætte sig i Forbindelse med Stedets Sodavandsfabrikant. Ligeledes finder jeg det heldigt, at Mekanismen i en saa almindelig Maskine som Motorcyklen er gennemgaaet; det er god Pædagogik, at Skolen giver sine Elever Begreb om de Ting, de daglig har for Øje. At Dampmaskinen er taget op til fornyet Behandling er ligeledes af det Gode, men det er blevet til for lidt. Glidermekanismen og den eksentriske Skive kender Eleverne fra Mellemskolen, hvorfor saa ikke hellere forklare dem Hovedtrækkene af en moderne Maskine med Ventilsystem og kombineret Høj- og Lavtryk. Et Par Ord om effekt. og indic. Hestekraft samt en lille Beregningsopgave havde ikke været af Vejen.

II Del. Elementær Elektroteknik tiltaler mig meget; her er netop taget saa meget med og Behandlingen saa indgaaende, at Eleverne kan faa Begreb om de vigtigste Anvendelser af elektr. Strømme og om elektr. Maalinger. Sidste Punkt er behandlet udførligt og gennemgaaende klart og godt. Dog har jeg et Par mindre Bemærkninger at gøre.

Forsøg 2. Et alm. 3" Søm er heldigere at anvende end en Nøgle.

Forsøg 7 og 8 mislykkes let, da det er vanskeligt at holde

Digitized by Google

samme Omdrejningshastighed paa Elektricermaskinen, og Elektroskopets Udslag er derfor meget uroligt. — Afsnittet om elektromotorisk Kraft og Polspænding er noget tungt, og jeg tror ikke, Eleverne ved Læsning af Bogen vil kunne klare dette Spørgsmaal.

Hvorfor ikke gøre Skridtet fuldt ud ved Teorien om Induktionsstrømme og omtale Kraftlinjer og magnetisk Felt, da det jo dog er dette, der er anvendt, selv om Ordene ikke er nævnt. Man kan jo ikke i vore Dage tage en Bog om Elektroteknik i Haanden uden at møde disse Udtryk, saa jeg synes, Eleverne ikke bør staa fremmed overfor disse Ting, særlig da Teorien godt kan fremstilles, uden at Tilegnelsen forvolder Vanskeligheder, hvad jeg har haft Lejlighed til at høre i en Fysiktime ved et svensk läroverk.

Afsnittet om elektrisk Energi og Kraftoverføring er meget instruktivt. Selv om der ud af Teksten kan tages en 4 à 5 Forsøg, der kan anvendes til Laboratorieøvelser med forholdsvis smaa Midler, vilde jeg have anset det for heldigst, om denne Udskilning var foretaget af Forfatteren. Selve Redaktionen af Teksten maa nemlig være en anden, naar den skal tjene som Vejledning ved en Laboratorieøvelse, end naar den skal tjene til at fæstne det, Læreren har vist i Timen. Og endelig havde nogle flere Øvelser ikke været af Vejen, da jeg tror, det er mest praktisk at have det hele samlet i een og samme Bog.

Mine Indvendinger er imidlertid ret uvæsentlige. Bogen fortjener stor Udbredelse, og anvendt paa rette Maade bliver den en af de Bøger, der sætter Skel mellem gammel og ny Metode i Realskolens Fysikundervisning.

H. O. G. Ellinger: Fysik for Realklassen. (Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag, København. Pris 3,25 Kr.). Anmeldt af H. Jepsen.

Bogen indeholder Afsnit af Varmelære, elementær Elektroteknik, Energilære samt af Fysikens Historie og fordres altsaa ikke læst helt til Realeksamen.

Professor Ellinger har et godt Navn som Lærebogsforfatter i Realskolekredse, idet hans Fysik for Realskolen har været anvendt

Digitized by Google

ved det store Flertal af Landets Realskoler. Den foreliggende Bog ligner paa mange Punkter sin Forgænger; visse Partier er optaget uden væsentlige Ændringer, andre omarbejdede eller helt nye. Bogen har herved vundet betydeligt, og for dem, der i Undervisningsformen ønsker at følge de gamle Baner, vil Bogen egne sig godt. Men skal en Del af Tiden anvendes til Laboratorieøvelser, er den for bredt anlagt. Jeg skal oplyse dette ved et typisk Eksempel fra Varmefænomener ved Smeltning. Afsnittet hører til dem, der er helt omarbejdede og betydelig forbedrede. Side 9 hedder det: „Is smelter ved 0°, andre Legemer ved andre Temp. Vi fylder et Reagensglas med Parafinstykker og anbringer deri et Termometer; Reagensglasset holder vi nede i et Kar med lunkent Vand, som vi nu opvarmer yderligere med en Flamme (bruger man et Kar af Jenaglas, kan man lade Flammen komme i Berøring med Karrets Bund; bruges et almindeligt Bægerglas, maa det stilles paa et Sandbad, simplest er det at bruge et emaljeret Metalkar); Reagensglasset maa vi helst bevæge frem og tilbage i Vandet. Man ser da, at Temp. stiger gradvis, indtil den er bleven 46°; saa staar den stille, og man ser, at Parafinen smelter; man maa nu helst bevæge Termometret stadig nede i Parafinen. Naar Parafinen er smeltet, stiger Temperaturen op over de 46°. Altsaa: Parafin smelter ved 46°, og der forbruges Varme under Smeltningen".

Udfører Læreren Forsøget under en Lektion, er Parentesen samt Bemærkningen om, hvorledes Termometret skal bevæges, overflødige og unødvendigt Hukommelsesstof for Eleverne; for dem bliver Hovedsagen at vide, at Temp. staar stille, mens Parafinen smelter, og hvilke Slutninger deraf kan drages, samt Parafinens Smeltepunkt. — Skal Forsøget anvendes som Laboratorieøvelse, er Bemærkningerne til Forsøgsanordningen nødvendige, men det bør da i Teksten antydes (ved andre Typer), at det er noget, der ikke skal være Genstand for Hjemmelektie eller Eksamination. Men i saa Fald bør Smeltepunktet ikke meddeles, da det jo er dette Resultat, Eleverne skal finde gennem Forsøget. Oplysningen om Smeltepunktet burde da være erstattet af nogle Spørgsmaal eller et Skema til Udfyldning med Tidsangivelser og Temperaturer, hvoraf Eleverne saa udfinder Smeltepunktet.

Det anførte Eksempel er for mig en væsentlig Anke imod

Digitized by Google

Bogen, at den ikke i sin Fremstilling holder ude fra hinanden, hvad Læreren skal vise i Timen, og hvad Eleverne skal udføre. Er Stoffet beregnet udelukkende til Lektioner, er det for bredt anlagt og bebyrder Eleverne med i saa Fald unødvendigt Hukommelsesstof. Det har overordentlig stor Betydning at vi netop nu, saa længe Alt er saa nyt, faar klare Metoder i Undervisningen; blandes Lektioner og Øvelser sammen, ender det hele i Konfusion.

Elektroteknikken er udførligt og godt behandlet; dog forstaar jeg ikke, hvorfor Afsnittet om elektriske Enheder ikke er anbragt, hvor det naturligt hører hjemme, sammen med Teorien om Strømstyrke, Spænding og Modstand. Det ret vanskelige Stof er lagt udmærket til Rette; det lille Afsnit om Strømforgrening er en god Indledning til Forstaaelsen af Voltmeteret. Induktionsstrømme er, omend udførligere, behandlet omtrent som i Fysik for Realskolen. Energilæren er meget udførlig behandlet. Faldlovene er udledede paa Grundlag af Forsøgene, og den matem. Behandling kommer bagefter. En heldig Forbedring i Smlg. med Fremstillingen i Fysik for Realskolen.

Dog anser jeg Skraaplanet med „Knæk" for uheldigt til ved Forsøg at finde Formlen for Hastigheden. Har man ikke en Faldmaskine, bør man udlede Formlen ved Beregning. Vilde det ikke have lettet Undersøgelsen betydelig at bruge Newtons Definition af Masse og brugt Dyn som Kraftenhed? Der bliver let for Eleverne noget misvisende i at sige, at et Legemes Vægt forandres, da Eleverne er indlevet i den Forestilling, at fine Vejninger foregaar paa Skaalvægt og ikke paa Fjedervægt.

Afsnittet „af Opdagelsernes og Opfindelsernes Historie" er noget kortfattet og ensidigt, der behandles kun Dampmaskinens og Telegrafens Historie.

Til de forskellige Afsnit er knyttet en Del Beregningsopgaver, hvilket er naturligt ved Energilæren, hvor Størstedelen af Stoffet kræver matematisk Behandling, derimod finder jeg dem ret overflødige til de øvrige Afsnit, hvor Øvelserne maa kunne give tilstrækkelig Anledning til Beregninger.

Digitized by Google

Om Kulsyre og andre Stoffer i forskellige Tilstandsformer.

Af

P. B. Freuchen.

Ved Tryk, der er mindre end 5 Atmosfærer, ligger Kulsyrens Kogepunkt som bekendt lavere end dens Smeltepunkt, ved Tryk over 5 Atm. ligger Kogepunktet højere end Smeltepunktet,

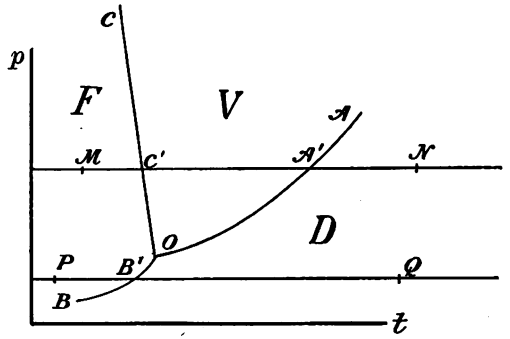


Fig. 1.

ved 5 Atm. falder de sammen. Det kunde synes, som om Kulsyre her indtog en Særstilling. I Virkeligheden forholder ethvert Stof sig under visse Omstændigheder paa samme Maade. Dette indses bedst ved en grafisk Fremstilling.

Fig. 1 forestiller et retvinklet Koordinatsystem med Temperaturen t som Abscisse og Trykket p som Ordinat. De tre Kurver OA, OB og OC viser Sammenhængen mellem Temperatur og Tryk for et eller andet Stof, der befinder sig i to Tilstandsformer. OA er den sædvanlige Damptrykkurve for Stoffet i flydende Tilstand, OB er Damptrykkurve for det faste Stof, OC gælder, naar Stoffet samtidig befinder sig i fast og flydende Tilstand og viser altsaa, hvorledes Smeltepunktet afhænger af Trykket. For et Stof som Vand nærmer OC sig til Ordinataksen, idet Smeltepunktet synker,

Digitized by Google

naar Trykket vokser. For et Stof, der bærer sig ad paa modsat Vis, fjerner OC sig fra Ordinataksen; til denne Type hører Kulsyre, hvis Forhold altsaa kan fremstilles ved Fig. 2, som ganske svarer til Fig. 1.

De tre Kurver skærer hinanden i eet Punkt O, det vil sige, at kun ved een Temperatur og eet Tryk kan et Stof samtidig eksistere i alle tre Tilstandsformer, forudsat at Stoffet er alene. Dette Punkts Koordinater er for Vand + 0,0075° og 4,6 mm, for Kulsyre ÷ 57° og 5 Atm. Punkter udenfor Kurverne svarer til de Temperaturer og Tryk, ved hvilke Stoffet kan findes i en enkelt Tilstandsform. Mellem OA og OC ligger det Felt V, hvor Stoffet kan eksistere som Vædske alene. Dampfeltet D begrænses af OA og OB samt Abscisseaksen, det faste Legemes Felt F af OB og OC samt Ordinataksen.

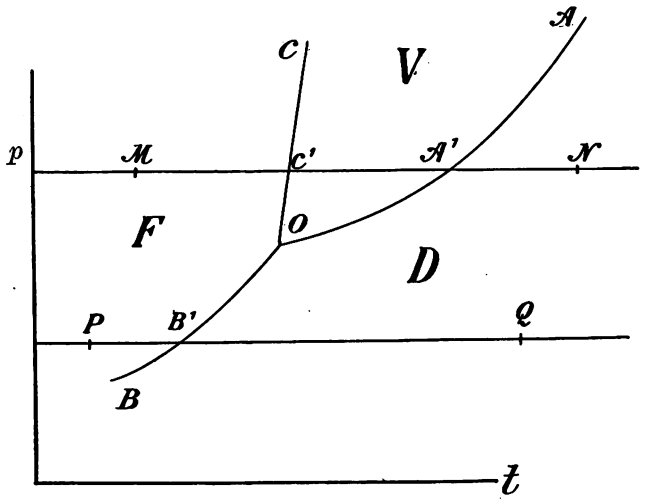


Fig. 2.

I Punkt M f. Eks. befinder Stoffet sig i fast Tilstand. Bevæger man sig nu parallelt med t-Aksen fra M til N, betyder det, at man opvarmer Stoffet ved konstant Tryk. Figurerne viser, at man da er nødt til at gaa igennem Feltet V for at komme til D, det vil sige, at Smeltepunktet C' ligger lavere end Kogepunktet A'. Bevæger man sig derimod paa Linien PQ, som svarer til et

Digitized by Google

Tryk, der er lavere end Trykket i O, kommer man lige fra Feltet F ind i D, det vil sige, at Stoffet ikke kan smelte, men maa gaa direkte over i Dampform. Da dette sker ved en bestemt Temperatur, nemlig i Punkt B', hvor PQ skærer OB, kan man godt kalde det Kogning.

Hvorledes et givet Stof bærer sig ad, afhænger altsaa af, om Trykket, hvorunder det befinder sig, er højere eller lavere end Trykket i O. Tilfører man Is Varme under et konstant Tryk, der er større end $4{,}6^{mm}$, vil man altsaa først faa Smeltning af Isen, derefter Kogning af Vandet. Er Trykket derimod mindre end $4{,}6^{mm}$, er den flydende Tilstand umulig, saa at Isen straks vil fordampe eller om man vil koge. At Is kan fordampe ved Atmosfærens Tryk, er en Kendsgerning, som synes at stride imod det foregaaende; man maa dog huske, at Isen her er i Berøring med Luften, saa at man ikke længer har med et enkelt Stof at gøre. Isen vil i dette Tilfælde fordampe, naar Luften ikke er mættet med Isdampe.

I et Wollastons Kryofor, hvor der kun findes det ene Stof Vand, vil Frysningen begynde, naar Damptrykket lige over Vandet er $4{,}6^{mm}$; det øverste Vandlag maa da have Temperaturen $0{,}0075°$. Synker Trykket yderligere, vil det svare til en Bevægelse nedad Kurven OB.

For fast Kulsyre gælder det samme, som er sagt om Is, kun at 5 Atm. er Grænsetrykket. Tilfører man altsaa Kulsyresne Varme ved et Tryk, der er større end 5 Atm., vil man først faa Smeltning, bagefter Kogning. Sker det ved et Tryk, der er mindre end 5 Atm., vil Kulsyresneen fordampe ved en konstant Temperatur, d. v. s. koge.

Af andre Stoffer, for hvilke O ligger højere end Atmosfærens Tryk, skal nævnes Acetylen, Arsen, Salmiak og Kulstof. For dette Stof maa O antages at ligge umaadelig højt; under Atmosfærens Tryk sublimerer det ved en Temperatur af 3500°, saa at man vel kan sige, at man i en brændende Buelampe har kogende Kulstof.

Den almindelige Udtryksmaade, at Kulsyrens Kogepunkt ligger lavere end dens Smeltepunkt, naar Trykket er lavere end 5 Atm., er ifølge det foregaaende noget vildledende. Ti ved et saadant Tryk er Smeltning overhovedet umulig, eftersom Stoffet ikke kan eksistere i flydende Tilstand. At Kulsyrens Kogepunkt ved f Eks. 1 Atmosfæres Tryk ligger lavere end dens Smeltepunkt ved 5 At-

Digitized by Google

mosfærers Tryk, vil — grafisk set — sige, at Kurven OB ligger lavere end Punktet O, hvilket altid er Tilfældet, da Damptrykket aftager tilligemed Temperaturen. Kommer man op paa Tryk, hvor baade Smeltning og Kogning er mulig (Linjen MN), vil Kogepunktet for ethvert Stof altid ligge højere end Smeltepunktet. Smlg. Bakhuis Roozeboom: Die heterogenen Gleichgewichte I. S. 107.

Strømme i Havet og deres Sammenhæng med den indre Gnidning i Vandet og Jordrotationen.

Af

J. P. Jacobsen.

Dr. Walfrid Ekman, ansat ved „Centrallaboratoriet for international Havforskning" i Kristiania, har i de sidste Aar beskæftiget sig med Undersøgelse af Havstrømme og fornylig offentliggjort en Beretning*) om et Forsøg, han har gjort for at vise, hvorledes den indre Gnidning ved Havvandets Bevægelse kan være forskellig under forskellige Forhold.

Da jeg har tænkt mig, at dette Forsøg kunde interessere dette Tidskrifts Læsere, vil jeg i nærværende Artikel give et kort Referat deraf og tillige omtale nogle af de Resultater, Dr. Ekman er kommen til med Hensyn til Havstrømninger og de forskellige Faktorer, som har Indflydelse paa dem.

Det er en bekendt Sag, at Poiseulles Lov for Vædskers Strømninger gennem snævre Rør kun gælder, naar Rørene er tilstrækkelig snævre eller med andre Ord, naar Vædskedelene bevæger sig i parallele Baner.

Tænker man sig, at Overfladelaget i et vist Havomraade faar en Bevægelse i en bestemt Retning, vil Bevægelsen efterhaanden forplante sig til Vandlagene neden under, og der vil foregaa en

*) Annalen der Hydrographie. Bd. 1906, pag. 423.

Digitized by Google

Forskydning af de forskellige Vandlag over hinanden. Dette vil dog kun være Tilfældet i Hovedtrækkene, thi under Bevægelsen finder Hvirveldannelser Sted, som vil forsinke Bevægelsen og gøre den tilsyneladende indre Gnidning i Vandet større. Det er indlysende, at der i homogent Vand er bedre Betingelser for Hvirveldannelse end i Vand, som er lagdelt, saaledes at det varme ferske og følgelig mindst vægtfyldige ligger øverst. Man maa derfor vente en Forskel i den Maade, hvorpaa Bevægelsen forplanter sig ned til de underliggende Lag i de to Tilfælde.

For at vise dette ved et Laboratorieforsøg, benyttede Ekman en Glascylinder, der var 40 cm. vid og kunde sættes i en jævn roterende Bevægelse. Bunden i Cylinderen var dækket med Grus for at øve en stor Gnidningsmodstand mod Vandet. Ved eet Forsøg anbragtes Vandlag af forskellig Vægtfylde (1,000—1,015) med en samlet Højde af 11 cm. i Glascylinderen. Cylinderen sattes i Bevægelse (1 Omdrejning i 13 Sek.) og ved Hjælp af et Aluminiumblad, der var ophængt midt i Vandet, saas det, hvor hurtigt Rotationen forplantede sig igennem Vandet. Efter endt Forsøg foretoges en Omrøring af Vandet, saa det blev homogent, og Forsøget fra før gentoges paa samme Maade. Af de fundne Værdier beregnedes den tilsyneladende indre Gnidning i Vandet. I de to nedenfor anførte Tabeller I og II er anført Middelværdierne af den tilsyneladende Gnidningskoefficient (μ) fra Forsøgets Begyndelse til den anførte Tid (t) maalt i Sekunder. Tabel I gælder for lagdelt Vand, Tabel II for homogent Vand:

I.		II.	
t	μ	t	μ
380	0,0155	115	0,051
660	0,018	145	0,081
780	0,023	160	0,11
		180	0,15
		220	0,20

Gnidningskoefficienten i almindelig Forstand er for Havvand ved den Temperatur, ved hvilken Forsøget blev gjort, 0,013, og det ses, at denne Værdi ogsaa omtrent er funden ved det lagdelte Vand, medens Gnidningskoefficienten vokser stærkt med Tiden, d. v. s.

Digitized by Google

efterhaanden som Hvirveldannelsen skrider frem, for det homogene Vand.

Som bekendt virker Jordrotationen afbøjende paa Havstrømmene, paa den nordlige Halvkugle til højre. Tænker man sig en Vædskemasse med horizontal Hastighed bevæge sig uden Gnidning i et homogent Hav, vil dens Bane i Forhold til Jorden blive en Cirkel (den forudsættes stadig at befinde sig paa samme Bredde). Skulde Vandmassen bevæge sig i en ret Linje (Storcirkel), maatte der hele Tiden virke en Kraft af en bestemt Størrelse $2v\omega \sin \varphi$ vinkelret paa Bevægelsesretningen modvirkende Jordrotationens afbøjende Kraft. I Formlen er v Hastigheden af Vandmassen, ω Jordens Vinkelhastighed, φ Stedets Bredde.

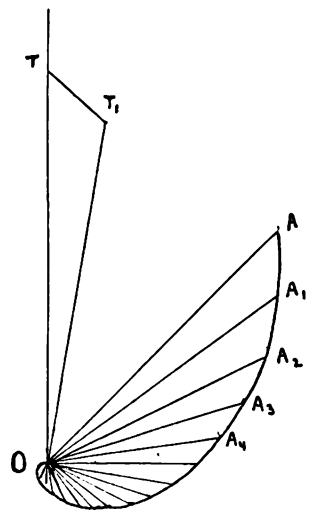


Fig. 1.

Vi vil nu betragte en stationær Driftstrøm, hvor Vinden virker med et vist Tangentialtræk OT paa Vandets Overflade, hvis Hastighed er OA. Overfladelaget, som vi f. Eks. tænker os af en uendelig lille Tykkelse dx, paavirkes foruden af Vinden tillige af Gnidningen OT_1 mod Vandlaget neden under, saa at den paa Vandlaget virkende Kraft repræsenteres ved den geometriske Differens T'T mellem de to Kræfter. I Følge det foregaaende skal denne Kraft være vinkelret paa Bevægelsesretningen OA og i Størrelse være $2v\omega \sin\varphi$. Altsaa proportional med Strømmens Hastighed.

Lader vi dernæst OA betyde selve Overfladelagets Hastighed og OA_1 Hastigheden af Vandet i Dybden dx, vil den geometriske Differens mellem OA og OA' være et Maal for den Kraft OT (eller OT_1), som virker paa Overfladen og altsaa $AA' \neq OT$.

Tænker vi os endelig alle Hastighederne for Dybderne o, dx, 2dx o. s. v. afsat og betegnet ved OA, OA_1, OA_2 o. s. v. og ligeledes alle de i Dybderne 0, dx, 2dx o. s. v. virkende tangentielle Kræfter betegnet ved OT, OT_1, OT_2 o. s. v, saa vil man have Betingelsen for den stationære Tilstand tilfredsstillet fra en vis Dybde og ned

Digitized by Google

efter, naar de indbyrdes Retninger for Tangentialkræfter og Hastigheder og de geometriske Differenser derimellem bliver uforandrede samt deres Størrelser proportionale fra Overfladen og nedefter. Bevægelsen fra en vis Dybde og ned efter kan betragtes som en Driftstrøm, hvor Vandets Bevægelse i den omtalte Dybde svarer til Driftstrømmens Overfladelag.

Da paa Figuren, efter det anførte, Trekanterne OTT_1 og OAA' maa være ligedannede, bliver $\angle OTT' = \angle OAA'$, men da $\angle OAA' = \angle AOT$ ($AA' \neq OT$), og $TT' \perp OA$ bliver de begge 45°.

Vi ser altsaa, at vi for en stationær Driftstrøm maa vente, at Strømmen danner en Vinkel paa 45° med Vindretningen, og at Strømmen forandrer sig med Dybden og tilsidst kan komme til at gaa i modsat Retning af Overfladestrømmen. Punkterne A_0, A_1, A_2 o. s. v. ligger, som det vil indses, paa en logaritmisk Spiral og følgelig aftager Strømmens Styrke efter en Kvotientrække, naar Dybden tiltager efter en Differensrække. Hastigheden af Strømmen, som afviger 180° fra Overfladestrømmen, findes at være omtrent $^1/_{20}$ af denne og kan derfor i Almindelighed betragtes som forsvindende.

Selvfølgelig gælder den her udviklede Teori kun for det aabne Hav. og herfra findes ikke tilstrækkeligt Observationsmateriale til at kunne paavise, om Teorien i sine Detaljer er i Overensstemmelse med de faktiske Forhold. At Strømmen afviger til højre for den herskende Vindretning, er observeret af Prof. Nansen paa hans Polarfart. Ogsaa ved Adler Grund Fyrskib i Østersøen Vest for Bornholm findes samme Fænomen, selv om Strømmens Afvigelse fra Vindens Retning i Middel ikke er mere end ca. 30°, men her kommer flere forstyrrende Forhold til, navnlig Vandets Opstemning mod Kysterne.

De Dybder, i hvilke Retningen for Strømmen skulde have modsat Retning af Overfladestrømmen, er forskellige eftersom Vandet er lagdelt eller ikke, idet den bliver mindre, naar Hvirveldannelsen mellem Lagene ikke saa godt kan udvikle sig. Ad indirekte Vej har det været muligt at beregne dens Størrelse til ca. 60 Meter for det aabne Hav paa 45° Bredde og til ca. 20 Meter for Østersøen.

Vilde man regne med en Parallelforskydning af Vandlagene over hinanden uden Hvirveldannelse, vilde den omtalte Dybde ved Regning findes at være ca. 30 cm.

Digitized by Google

Vi saa, at der til at vedligeholde den stationære retlinede Bevægelse skulde en Kraft proportional med Hastigheden og vinkelret paa denne. Tænker vi os nu, at Vandet paa en eller anden Maade, f. Eks. ved Vinden, holdes opstemmet mod en uendelig lang Kyst, saa vil der paa enhver Vandpartikel virke en Kraft, som er afhængig af den Vinkel, Overfladen danner med Horizontfladen. Tænker vi os foreløbig, at Gnidningen mod Havbunden er 0, vil den hele Vandmasse faa en stationær Bevægelse langs Kysten 90° til højre for Linien fra Kysten mod Havet. Da Gnidningen mod Bunden jo imidlertid ikke er 0, men det nederste Vandlag tværtimod kan antages at ligge fast paa Bunden, vil der i de nederste Vandlag optræde Strømme, som i Forhold til den hele bevægede Vandmasse bliver af lignende Art som de Strømme,

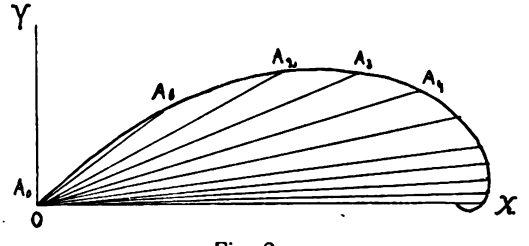


Fig. 2.

Vinden fremkalder ved Overfladen; kun at op og ned er byttet om, og at det ikke er Tangentialkraften ved Bunden, der er givet, men Hastigheden. I Fig. 2 betegner OX Kystens Retning, OY Retningen fra Kysten mod Havet og $OA_0OA_1OA_2 \ldots OX$ Vandlagenes Hastigheder, idet vi begynder fra Bunden og gaar opefter. Efter at Retningen er naaet OX parallel med Kysten, forbliver den uforandret op igennem Vandmassen, naar der ses bort fra de smaa Vindinger af Spiralen. Er det Vinden, som holder Vandet stemmet op imod Kysten, maa der i Overfladen og til en vis Dybde være en Strøm af lignende Art som den foran behandlede Driftstrøm. For at disse Strømme kan komme til Udvikling, maa Vandets Dybde være tilstrækkelig stor.

Af Figuren ses det, at Hastigheden ved Bunden danner en Vinkel paa 45° med den Retning, OY i hvilken Trykket paa Vandet virker. Dr. Ekman gør opmærksom paa det analoge Forhold ved Jordens Atmosfære, hvor Vindens Retning danner en lignende (større)

Digitized by Google

Vinkel med Trykgradienten. Aarsagen til at Vinklen her er større end efter Teorien, kunde tænkes at være, at Udviklingen af de horizontale Hvirvler, der betinger Gnidningen, bliver mindre nær ved Jorden.

Koincidens.

Af

Jul. Hartmann.

1°. Man siger, at to svingende Legemer koinciderer, naar de samtidig passerer deres Ligevægtsstillinger.

Vi vil undersøge Betingelsen for Koincidens. De to svingende Bevægelser foregaar med Svingningstiderne T_1 og T_2. Lad dem være fremstillede ved

$$x_1 = a_1 \sin \frac{2\pi}{T_1}(t-\alpha)$$

$$x_2 = a_2 \sin \frac{2\pi}{T_2}(t-\beta).$$

Vi kan straks antage, at $\alpha = 0$.

$x_1 = 0$ til Tiderne $0, \frac{T_1}{2}, 2\frac{T_1}{2}, 3\frac{T_1}{2} \ldots p\frac{T_1}{2}$

$x_2 = 0$ til Tiderne $\beta, \frac{T_2}{2}+\beta, 2\frac{T_2}{2}+\beta \ldots q\frac{T_2}{2}+\beta.$

Skal Koincidens indtræde, maa

$$p \cdot \frac{T_1}{2} = q \cdot \frac{T_2}{2} + \beta,$$

hvor p og q er hele Tal.

Hvis ingen Faceforskel fra først af er tilstede — altsaa $\beta = 0$ —, vil Koincidensbetingelsen være opfyldt, dersom

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{q_0}{p_0},$$

altsaa dersom Forholdet mellem Svingningstiderne kan skrives som Forholdet mellem to hele Tal.

2°. Vi antager nu, at dette sidste er Tilfældet, og at p_0, q_0 er irreduktible, — hvis de var reduktible, forholdt T_1 og T_2 sig

Digitized by Google

som to simplere Tal —; da indses, at Koincidensen bliver et periodisk Fænomen med Perioden $p_0(q_0)$; efter at Legeme 1 har udført p_0 Sving, Legeme 2 q_0, gentager Koincidensen sig o. s. v. Betingelsesligningen $p \cdot \frac{T_1}{2} = q \cdot \frac{T_2}{2}$ tilfredsstilles nemlig af rp_0, rq_0, naar den tilfredsstilles af p_0 og q_0.

3°. Hvis Faceforskel er tilstede, indtræder Koincidens for de samme to Legemer, dersom Ligningen

$$p \cdot \frac{T_1}{2} = q \cdot \frac{T_2}{2} + \beta$$

løses ved hele Tal p og q; vi sætter $\beta = v \cdot \frac{T_2}{2}$. — v er mindre end 1—.

Ligningen bliver da

$$p \cdot \frac{T_1}{2} = (q + v) \frac{T_2}{2},$$

Betingelsen altsaa

$$\frac{p}{q+v} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_0}{q_0}$$

eller

$$pq_0 - qp_0 = p_0 v$$

Denne Ligning har kun hele Løsninger, hvis

$$v = \frac{1}{p_0} \text{ eller } \frac{2}{p_0}, \frac{3}{p_0} \ldots \frac{n}{p_0},$$

hvor $n \leqq p_0$. Har omvendt v en af disse Værdier, vil Koincidens indtræde og gentage sig med Perioden $p_0(q_0)$.

4°. Kan to Legemer altsaa koincidere, naar ingen Faceforskel fra først af er tilstede, vil en saadan i Almindelighed bevirke, at Koincidens ikke indtræder. Dog vil man ofte alligevel kunne bestemme Koincidensperioden. Vi tænker os, at vi har Midler til at maale $t_1 - t_2$, hvor $t_1 - t_2$ er den Tid, der gaar fra en Nulpassage af det ene Legeme til den i Tid nærmeste Nulpassage af det andet. — Lader man f. Eks. to Penduler sætte Mærker paa Kronografens Strimmel, et for hver Nulpassage, haves i Afstanden mellem Nabomærkerne et Maal for $t_1 - t_2$—. Man vil da se, at denne Tid, (Afstand) varierer periodisk i Størrelse; at det maa være saaledes, ses let; thi

$$t_1 - t_2 = p_1 \frac{T_1}{2} - (q_1 + v) \frac{T_2}{2} = \frac{T_1}{2} \left(p_1 - \frac{p_0}{q_0}(q_1 + v)\right),$$

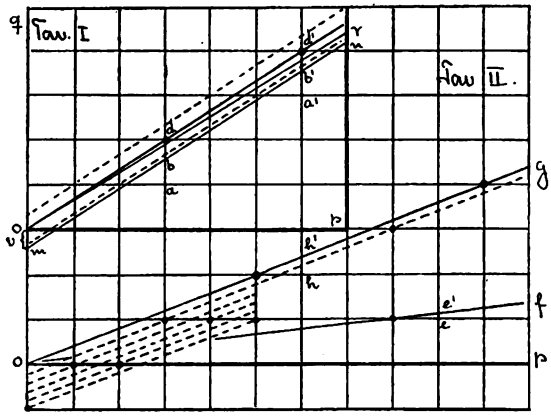
Digitized by Google

hvor p_1 og q_1 er hele Tal og saaledes valgte, at $t_1 - t_2$ virkelig bliver Tidsdifferensen mellem to paa hinanden følgende Nulpassager af de to Penduler. Sættes i Stedet for p_1 og q_1 henholdsvis $p_1 + rp_0$, $q_1 + rq_0$ faas:

$$t'_1 - t'_2 = \frac{T_1}{2} p_1 - \frac{p_0}{q_0} (q_1 + v)) = t_1 - t_2.$$

Koincidensproblemets geometriske Behandling.

1°. De to svingende Legemer koinciderer til Tiden $t = 0$, altsaa $v = 0$.



Forklaring til Tavlerne. I Tav. I er $p_0 = 3$, $q_0 = 2$ (a), (b) og (c). De to punkterede Linier er Parallelerne, omtalt i (d.) Indenfor Bæltet er trukket en Radiallinie o—γ. — I Tav. II ser man Tilfældet $p_0 = 5$, $q_0 = 2$ fremstillet. De 5 Paralleler, der tales om i (f), er punkterede. Til Tekststykket (f) refererer Linien m—n i Tav. I sig. Stykket (e) i Teksten belyses ved at sammenligne de i Tav. II trukne Radiallinier o—f og o—g; mens ee' = $\frac{1}{3}$ vil hh' være $\frac{2}{5}$.

Vi fandt, at naar Faceforskel fra først af ikke var tilstede, blev Betingelsen for Koincidens, at

$$\text{I.} \qquad p \cdot \frac{T_1}{2} = q \cdot \frac{T_2}{2}$$

tilfredsstilles af hele Værdier af p og q.

Lad os i et retvinklet Koordinatsystem (se Tavlen) indtegne Linien, der fremstilles ved I, p tages til Abscisse, q til Ordinat. Vi sætter $T_1 = kT_2$, hvorved Ligningen bliver

$$pk = q.$$

Digitized by Google

Linien gaar altsaa gennem (0,0) og har Retningskonstanten h. Tegnes det Kvadratsystem, der har alle hele Tal til Koordinattal, udtrykkes Koincidensbetingelsen geometrisk saaledes:

(a.) Koincidens indtræder, naar den omtalte Linie med Retning k gaar gennem en af Vinkelspidserne i Kvadratnættet (foruden 0,0).

(b.) Man ser umiddelbart, at hvis Linien gaar gennem Vinkelspidsen $p_0 q_0$, og dette er den første, den rammer, gaar den ogsaa gennem $2p_0$, $2q_0 \ldots rp_0$, rq_0, hvor r er et helt Tal; men Linien gaar heller ikke gennem andre Vinkelspidser. Koincidensen gentager sig altsaa med Perioden $p_0(q_0)$.

(c.) p_0 og q_0 maa være irreduktible, ellers vilde Linien tidligere have ramt en Vinkelspids. Man faar følgelig alle de Forhold, k, for hvilke eksakt Koincidens indtræder, som Retningskonstanterne til de Linier, der fra 0,0 kan trækkes til de Vinkelspidser, som repræsenterer alle irreduktible Talpar.

(d.) Af den geometriske Fremstilling ses dernæst umiddelbart Loven om Koincidensperiodens Variation i Nærheden af eksakt Koincidens. Lad os antage, at Linien k først gaar gennem $p_0 q_0$. Koincidensperioden er da $p_0(q_0)$. Man kan nu trække to med Linien k parallele Linier med Ordinatdifferensen $\frac{1}{p_0}$ fra denne. Mellem disse Paralleler og Linien k findes ingen Vinkelspidser. Heraf kan man drage en vigtig Slutning:

Er Forholdet mellem Svingningstiderne nær ved Forholdet $\frac{p_0}{q_0}$ mellem to hele Tal, maa Koincidensperioden i ethvert Fald blive stor.

Thi en Radiallinie — en Linie gennem 0,0 —, hvis Hældning afviger meget lidt fra k, skærer først de omtalte Paralleler meget langt fra 0,0, og først udenfor Parallelerne kan Radiallinien træffe en Vinkelspids.

Specielt kan man lægge Mærke til de to Tilfælde, hvor k er nær 0 eller 1.

k nær 1. I Tav. III er tegnet Radiallinien $k = 1$ samt en Parallel. Man kan trække Radiallinierne gennem Parallelens Vinkelspidser. Disse Radiallinier har Hældningsforhold, der kan udtrykkes ved

Digitized by Google

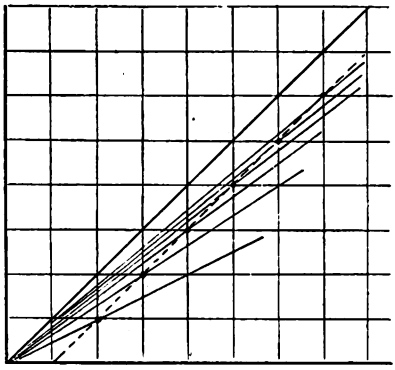
$$k_n = \frac{p_n - 1}{p_n};$$

omvendt udtrykkes Koincidensperioderne svarende til disse Radiallinier ved

$$p_n = \frac{1}{1 - k_n}.$$

For en Linie, der i Hældning kun afviger lidt fra Linien $k = 1$, bliver p_n meget stor. For en, ved hvilken k ligger mellem k_n og $k_n + 1$, bliver Koincidensperioden baade større end p_n og $p_n + 1$.

Tav. III.



Er k nær 0, gaar det paa lignende Maade, — Parallelen er her $q = 1$. Radiallinierne gennem dennes Vinkelspidser har Hældningsforhold $k_n = \frac{1}{p_n}$, saa at

$$p_n = \frac{1}{k_n};$$

nærmer k_n sig 0, vokser p_n i det uendelige, noget, der umiddelbart ses af en Figur.

e. Koincidensens Skarphed (Tav. II)

Den rette Linie $pk = q$ giver os hvor mange halve Svingningstider $\frac{T_2}{2}$, der er forløbet, naar der er gaaet et vist Antal halve Svingningstider $\frac{T_1}{2}$. Huskes det, vil den geometriske Fremstilling give Besked om Koincidensens Skarphed. Koincidensen er

Digitized by Google

skarp, naar de to Legemer nøjagtig samtidig passerer Nulstillingen, og naar Faceforskellen mellem dem ved den følgende Gennemgang af et af dem er stor. Af vor Tavle ses, at Koincidensen er uskarp i Nærheden af $k = 0$, 1 og ∞, skarpest derimod ved Forhold, der ligger nogenlunde midt imellem disse Værdier. Betragtes $k = \frac{q_0}{p_0}$ ses $-q_0 < p_0 -$, at naar Legeme 1 har udført et halvt Sving efter en Koincidens, er der kun forløbet Brøkdelen $\frac{q_0}{p_0}$ af det andet Legemes halve Svingningstid. Naar $\frac{q_0}{p_0}$ er lig eller nær $^1/_2$, vil Skarpheden altsaa være størst. Den er naturligvis lige saa stor, naar $\frac{p_0}{q_0} = {}^1/_2$. Man lægge Mærke til, at man paa Kronografens Strimmel umiddelbart ser den omtalte Faceforskydning.

(f.) Koincidens, naar Faceforskel fra først af er tilstede, $v \gtrless o$.

Vi antager, at $\frac{T_1}{T_2} = \frac{q_0}{p_0}$, hvor q_0 og p_0 er to irreduktible Tal. Koincidens vil altsaa indtræde periodisk, hvis den en Gang er indtraadt. Er der fra først af en Faceforskel, vil Koincidens i Almindelighed ikke indtræde, hvad vor geometriske Fremstillingsmaade viser (Tav. I & II). Betingelsen er nemlig, at Linien $ph = q + v$, der gaar gennem 0, $-v$ og er parallel med $ph = q$ skal ramme en Vinkelspids; gør den det, indtræder Koincidens og gentager sig med Perioden $p_0(q_0)$. For at se, naar den vil gøre det, trækker vi Radiallinien $ph = q$. Under denne opsøger vi de p_0 nærmeste Vinkelspidser; de har Ordinatafstandene $\frac{1}{p_0}, \frac{2}{p_0} \ldots \frac{r}{p_0}$ fra Radiallinien $r \lessgtr p_0$. Vi trækker gennem Vinkelspidserne Paralleler med $ph = q$. Mellem disse findes ingen Vinkelspidser, hvilket betyder, at der kun vil indtræde Koincidens, med Faceforskydning v, naar $v = \frac{1}{p_0}, \frac{2}{p_0} \ldots \frac{r}{p_0}$. — Iøvrigt ses, at Stykkerne $ab = a'b'$ Tav. I gentager sig med Koincidensens Periode, altsaa at Tidsdifferencerne mellem Nulgennemgangene af de to svin-

Digitized by Google

gende Legemer gentager sig periodisk; dette blev vist ovenfor, men ses her umiddelbart.

— At Faceforskydning ikke kan frembringe Koincidens — periodisk —, hvis en saadan uden Faceforskel fra først af ikke kan finde Sted er indlysende og ses ogsaa umiddelbart geometrisk.

(g.) Falsk Koincidens.

For store Værdier af p_0 (eller q_0) bliver det Bælte, indenfor hvilket ingen Vinkelspidser ligger, altsaa Bæltet mellem de to første Paralleler paa hver sin Side af Radiallinien, meget smalt. Ordinatdifferencen mellem dem var jo nemlig $\frac{2}{p_0}$. Radiallinien selv kommer da periodisk med Perioden $p_0(q_0)$ til at passere meget nær forbi Vinkelspidser f. Eks. dem, der ligger $\frac{1}{p_0}$ over eller under Radiallinien. Det betyder, at vi i Praksis muligen kan finde ikke en enkelt, men f. Eks. 3 Koincidensrækker med samme Periode. Den Skævhed, som en Faceforskel fra først af bringer ind, kan bevirke, at vi faar et lige Antal, f. Eks, 2 Rækker.

(h.) Tilnærmet Koincidens.

I Praksis er Forholdet k paa Forhaand i Almindelighed givet; Faceforskel vil fra først af almindeligvis være tilstede. Alligevel indtræder Koincidens praktisk set altid. Dette forstaas let. Lad os først antage, at $v = 0$. Til et vilkaarligt Forhold k svarer paa vor Tavle en vilkaarlig Radiallinje. Denne behøver naturligvis ikke eksakt at træffe nogen Vinkelspids, men det ses, at den snart maa komme saa nær forbi en saadan, at en Koincidens praktisk set finder Sted, d. v. s. Faceforskellen bliver, i det Øjeblik det ene Legeme passerer sin Nulstilling, saa lille, at det andet Legemes Afvigelse fra dets Nulstilling ikke kan iagttages. Denne tilnærmede Koincidens maa nu gentage sig periodisk; men af den geometriske Fremstillingsmaade ses, at Afvigelsen fra Koincidensen for hver Gang bliver større og større. Tilsidst er den let at iagttage og vil efter f. Eks. n af de første Koincidensperioder $p_0(q_0)$ være vokset op til 1 Sving. Da indtræder atter Koincidens, en Koincidens med en større Periode np_0, $(nq_0 \pm 1)$. Mens altsaa den første mindre Koincidensperiode giver den grovere Bestemmelse $\frac{q_0}{p_0}$

Digitized by Google

for Forholdet $\frac{T_1}{T_2}$ giver den større Periode den bedre Bestemmelse $\frac{nq_0 \pm 1}{p_0}$. Jo bedre den første Koincidenstilnærmelse er, desto længere holder den første Koincidensrække sig, og desto større bliver Perioden i den anden Række.

Iøvrigt gælder i det hele og store om tilnærmet Koincidens, hvad der er sagt om eksakt Koincidens, specielt navnlig, hvad vi fandt om Faceforskydningens Indflydelse.

Mindre Meddelelser.

I. Temperaturfordelingen i Atmosfæren indtil 25 Kilometers Højde*).

Ved Hjælp af Gummiballoner, der udvider sig efterhaanden som de stiger tilvejrs, kan man nu faa Underretning om Atmosfærens Tilstand i meget store Højder. Ved en Opstigning, der foretoges d. 3. Aug. 1905 fra Strassborg, naaede man saaledes den imponerende Højde af 25800 m. Lufttrykket var her 20 mm; der var altsaa kun $^1/_{88}$ af Atmosfærens hele Masse over Barometret.

Blandt de mange interessante Resultater af disse Undersøgelser kan nævnes Oplysningerne om Varmens Fordeling i de højere Luftlag. Man antog tidligere, at Temperaturen gennemgaaende aftog opefter. Ganske vist havde man hyppig truffet Temperaturinversioner i mindre Højder over Jorden, men det var i Reglen kun Lag af nogle faa Hundrede Meters Tykkelse, der var varmere end de underliggende, og højere oppe aftog saa Temperaturen atter regelmæssigt. Men lykkes det at sende Instrumenterne over 11 til 14 Km. op, begynder Temperaturen i Reglen at tiltage, og den vedbliver i de fleste Tilfælde hermed til de største Højder, som Ballonerne naar. Dette Fænomen har man kaldt den store

*) Tildels efter J. Fényi: Zur Erklärung der grossen Inversion. Meteorol. Zeitschr. 1907, S. 355.

Digitized by Google

Inversion. Ved den omtalte Opstigning fra Strassborg fandtes saaledes den laveste Temperatur, nemlig — 63°, i 15 Km.s Højde, og derefter steg Thermometret, indtil det ved 25800 m viste — 40°. Saadanne Temperaturmaalinger (og som Følge deraf ogsaa Højdemaalingerne) lider af flere Grunde af nogen Unøjagtighed, men om Rigtigheden af Hovedresultatet, nemlig at Temperaturen tiltog ca. 20° de sidste 10 Km., kan der ikke være Tvivl. Vi hidsætter endvidere nogle Tal fra Opstigninger i Belgien.

	Inversionen begynder.		Største Højde.	
	Højde.	Temp.	Højde.	Temp.
3. Maj 1906	10 Km.	— 60°	17 Km.	— 40°
7. Juni „	11 „	— 65°	16 „	— 55°
5. Juli „	10 „	— 58°	16 „	— 50°
2. Aug. „	14 „	— 60°	19 „	— 50°
14. Jan. 1907	12 „	— 70°	16½ „	— 62°
7. Marts „	9½ „	— 57°	12½ „	— 53°

Det foreliggende Materiale viser, at det ikke som ved de smaa Inversioner i lavere Luftlag drejer sig om, hvad man kunde kalde tilfældige Tilstande i Atmosfæren. Tværtimod synes denne Temperaturfordeling i de højere Luftlag at være det normale. Afvigelser forekommer dog. Ved en Opstigning i Norditalien d. 30. Aug. 1905 fandt man saaledes — 37° ved 16 Km. og — 41° i den største Højde, 23900 m; i de mellemliggende Luftlag svingede Temperaturen mellem de opgivne Tal. Her var der altsaa ikke Inversion, Temperaturen aftog endogsaa lidt, men der er dog den Overensstemmelse med, hvad man fandt ved Opstigningen fra Strassborg, at Temperaturen i begge Tilfælde var overraskende høj og næsten den samme, nemlig ca. — 40°, i de højeste Luftlag.

Af de tidligere anførte Eksempler ser man, at den store Inversion kan naa meget højt op; i en eller anden Højde maa Temperaturen naturligvis atter begynde at aftage, men man ved endnu ikke, hvor højt Inversionen kan naa. Som Eksempel paa en Inversion, hvor ogsaa den øverste Grænse blev bestemt, kan anføres Resultatet af en Opstigning fra Berlin 1. Maj 1902. Inversionen begyndte ved 10 Km. og endte ved 18 Km., idet Temperaturen steg fra — 44° til — 29°; derefter sank Thermometret igen og viste — 35° ved den største Højde, 19½ Km.

Digitized by Google

Der er intet overraskende i, at der undertiden ikke finder Inversion Sted, men derimod er der Grund til at spørge om, hvad der kan være Aarsagen til, at Temperaturen i Reglen tiltager opad. De høje Luftlag maa ad en eller anden Vej modtage et Tilskud af Varme, der opvejer Tabet ved Udstraaling til Himmelrummet og til de lavere kolde Luftlag. Det er let at paavise, at Opvarmningen ikke kan ske ved, at der stiger varm Luft op fra Atmosfærens lavere Lag, thi selv om Luften var mættet med Vanddamp, vilde den ved sin Udvidelse afkøles til langt under — 40°, naar den kom saa højt tilvejrs. Det ligger derefter nærmest at undersøge, om denne ejendommelige Temperaturfordeling kan skyldes direkte Indsugning af Solens Straaler. Ganske vist viser Temperaturens daglige og aarlige Gang i de nedre Luftlag, at Opvarmningen af disse Lag væsentlig sker fra Jordens Overflade, og man har deraf sluttet, at Solstraalerne naaede Jorden uden at opvarme Atmosfæren kendeligt. Men skulde Opvarmningen ske alene fra Jordens Overflade, kunde der ikke ved 15 Km.s Højde være — 60° og ved 25 Km. — 40°. Der er imidlertid Forhold, som tyder paa, at den direkte Absorbtion er betydelig større end det for Tiden almindelig antages, og da Solens og Jordens Atmosfærer ikke har ens Sammensætning, anser Fényi det for muligt, at visse Straaler kan gaa igennem Solens Atmosfære og absorberes, naar de træder ind i Jordens. — Man ser, at Sagen bl. a. har Betydning for Bestemmelse af Solkonstanten. Her er Spørgsmaal nok at besvare, og væsentlige Bidrag til Besvarelsen kan man vente at faa ved fremtidige Ballonopstigninger.

Hvorledes det nu end forholder sig med Aarsagen, saa er den Viden man ved Ballonopstigninger har faaet om Atmosfærens Tilstand af stor Betydning. Vor Kendskab til Ligevægtsforholdene i Atmosfæren er derved udvidet betydelig. Hvor Temperaturen tiltager opad, er Tilstanden meget stabil med Hensyn til vertikale Bevægelser*); opadgaaende Strømninger fra lavere Lag kan derfor ikke trænge langt ind i den store Inversions Omraade. Udgangspunktet for Forstyrrelser i Atmosfæren maa da væsentligt søges i de nedre Lag fra Jordens Overflade indtil 10 Km.s Højde, hvor

*) Fys. Tidsk. 5. Aarg. S. 189.

Digitized by Google

Temperaturen for hver 100 m i Reglen aftager fra 0,5° til 0,8° og undertiden mere.

For Tiden deltager 10 Stater i disse Undersøgelser, der ledes af en „International Kommission for videnskabelig Luftfart". I Reglen foretages der en Gang hver Maaned Opstigninger med Registrerballoner, bemandede Balloner og Drager, og endvidere anstilles der samtidig Skyobservationer etc. fra mange Stationer. Det indsamlede Materiale benyttes bl. a. til at bestemme Middeltal for Temperatur, Fugtighedsgrad etc. i de højere Luftlag, og Klimatologien faar saaledes en naturlig Udvidelse. Men langt større Betydning haaber man, at disse Iagttagelser skal have for Meteorologien (i snævrere Forstand), og det er derfor, der lægges den største Vægt paa at faa samtidige Observationer, thi kun derved faar man et Materiale, som kan benyttes til Studiet af Atmosfærens Fysik. Da der blandt Meteorologerne i de Lande, hvor de nævnte Undersøgelser foretages, er mange dygtige Videnskabsmænd, som har kastet sig over de foreliggende Opgaver, tør man imødese en Opgangstid for Meteorologien.

V. H. Ryd.

Simon Newcomb: The optical and psychological principles involved in the interpretation of the so-called canals of Mars (Astrophys. Journ. 26; 1; 1907).

Om Marskanalerne er der udtalt de forskelligste Meninger. En Anskuelse gaar ud paa, at det er virkelige Kanaler lavede af Fornuftvæsener; en anden, at det er rene Naturdannelser, f. Eks. dybe Sprækker; en tredje, at det hele skyldes et Bedrag, om ikke just optisk, saa et Bedrag, der fremkommer ved ejendommelige Virkninger i Marsatmosfæren eller ved fotografiske Ufuldkommenheder. Endelig skal nævnes den Antagelse, at „Kanalerne" i Virkeligheden er Højderygge frembragte ved, at Mars i Tidernes Løb har indfanget en Del Planetoider, som er smeltede ved at bore sig igennem dens Atmosfære og derefter masede ud ved at tørne skraat imod den faste Overflade. Desuden skal bemærkes, at man vel endnu er i Tvivl om, hvad der er Land, og hvad der er Hav

Digitized by Google

paa Mars, samt om hvad det er for en Vædske, der findes i Mars' Have.

Til dem, der holder paa, at det er virkelige Kanaler, kantede med Vegetationsstriber, hører Lowell*, som ved sine nyeste Iagttagelser er bleven bestyrket i sin Formodning.

Berettigelsen til at drage sikre Slutninger angaaende Kanalerne er nylig af Newcomb bleven underkastet en grundig Kritik. De Aarsager, som kan have Indflydelse paa deres Fortolkning, er dels af optisk, dels af psykologisk Art. Af den første Gruppe dvæler Forf. navnlig ved Kikkertobjektivets sfæriske Aberration. Paa Grund af denne vil et lysende Punkt, der sender parallele Straaler ind i Kikkerten, afbildes som en lille cirkelrund Plet i Objektivets Brændplan. Lad s betegne den angulære Radius i denne Cirkel, set fra Objektivets Midtpunkt. Ved en Beregning finder Forf., at s er proportional med den lineære Radius i Objektivets Aabning og afhænger af Straalernes Brydningsforhold. Den kan altsaa formindskes ved at gøre Objektivaabningen mindre, men det gaar ikke an at gøre s altfor lille, da Lysets Bøjning saa vil forstyrre Billedet. Ved Hjælp af de bedste Linser kan man efter Forf.s Mening faa samlet de Straaler, der ligger mellem λ_{5894} og λ_{5614}, og som altsaa hører til den lyseste Del af Spektret, indenfor en Aberrationscirkel med Radius $0'',10$; men selv i gunstigste Tilfælde kan man ikke vente at faa mere end $^1/_4$ af Lysmængden indenfor denne lille Cirkel; Resten gaar udenom.

Lad os saa betragte Aberrationens Virkning i forskellige Tilfælde. En Stjerne vil afbildes i Brændplanet som en lille Cirkel med Radius s. Billedets Klarhed maa staa i omvendt Forhold til Cirklens Areal og aftage fra Centrum udefter. En lysende Linie vil af samme Grund vise sig bredere end, hvis Aberrationen helt kunde ophæves.

Men hvorledes gaar det med en sort Stribe paa lys Baggrund? Dens Udseende vil afhænge af dens Bredde. Hvis dens Billede i Objektivets Brændplan har en Bredde af $0'',20$, og vi regner med en Aberrationsradius af $0'',10$, vil Lyset fra begge dens Rande brede sig helt ind til dens Midterlinie. Den sorte Stribe vil derfor ikke i noget Punkt vise sig helt sort, men delvis lys

*) Smlgn. Fys. Tidsskr. S. 9, denne Aarg.

Digitized by Google

med voksende Lysstyrke ud imod Randene og lidt udover disse; den vil altsaa se ud som en svag Skygge. En bredere sort Stribe vil vise sig sort paa Midten og lysere ud imod Randene.

Om den psykologiske Side af Sagen bemærker Forf. følgende: Naar Øjet modtager Lys fra et Straalepunkt, vil Lyset brede sig over en Flade paa Nethinden af flere Minutters Radius, og denne Radius tiltager i Almindelighed med Individets Alder. Hvor tynd en Linie end er, vil den selv i de bedste Øjne afbildes som en Linie af 2—3's Bredde, men opfattes alligevel som en tynd Linie, idet man, støttet til Erfaringen, ubevidst indfører en Korrektion. Herved kan fremkomme en Fejlkilde, og det i desto højere Grad, jo mere Genstanden nærmer sig til Synlighedens Grænse, idet man da vanskelig kan skelne dens Omrids og Farve.

For at komme paa Spor efter de Fejlslutninger, som man er udsat for at gøre ved Iagttagelser af denne Art, har Forf. gjort nogle Forsøg, ikke som Lowell med en fjern Traad og med Himlen som Baggrund, men med Blækstreger tegnede paa Papir og betragtede i et Vindue i gennemgaaende Lys. Derved mente Forf. at komme nærmere til de virkelige Forhold, hvor Baggrunden ikke er Himlens ensformige blaa Lys, men Planetens mere eller mindre brogede Flade. Linierne var 0,7 mm tykke og havde forskellig Længde. Nogle var kontinuerte, andre afbrudte af Mellemrum paa ca. 1 Cm.; i gennemgaaende Lys var de ikke sorte, men graa og diffuse, svarende til de teleskopiske Forhold. I 10 Meters Afstand saas alle Linierne kontinuerte og ensformige. Formindskedes Afstanden, viste Mellemrummene sig efterhaanden, ikke pludselig; det første Indtryk var, at Linierne ikke var lige tykke overalt.

Forf. tegnede ogsaa paa en cirkelrund Skive nogle tildels afbrudte Streger, der nok kunde have en svag Lighed med Marskanalerne, dog uden at ligne et bestemt System af dem. E. C. og W. H. Pickering samt flere andre skulde saa betragte det paa Afstand og tegne det op. Alle tegnede det som tynde kontinuerte Linier, hvad enten de saa det med blotte Øjne eller med en Kikkert, der forstørrede et Par Gange, i en Afstand af 100 Fod.

Om Kanalernes subjektive Realitet kan der ifølge Forf. ikke være Tvivl. Flere af dem er gentagne Gange sete af øvede Iagttagere og er nu oven i Købet fotograferede. En anden Sag er det, hvorledes man skal fortolke det, man ser. Forf. gør opmærk-

Digitized by Google

som paa, at naar Mars er i Opposition, svarer 1 Buesekund i Billedet til en lineær Strækning paa Planeten af ca. 200 miles. Lad os tænke os en absolut sort Stribe paa Mars, 3—4 miles bred og af ubestemt Længde. Dens angulære geometriske Bredde bliver da 0″,01—0″,02. Af det foregaaende følger, at en saadan Stribe slet ikke vil vise sig sort paa noget Sted, men vil brede sig ud til et skyggeagtigt Baand, hvis mørkeste Del vil være 0″,20 bred. I Stedet for en sort Linie med den nævnte Bredde faar vi altsaa en svag Skygge, 10—20 Gange saa bred. I lineært Maal paa Planeten vil den tilsyneladende Stribe være 30—40 miles bred i Stedet for 3—4. En saadan Udtværing af Striben vil nødvendigvis formindske dens Synlighed.

Nu er Mars' Overflade ikke en ensformig lys Baggrund, og Kanalerne kan ikke antages at være helt sorte, hvorfor Forf. mener, at de smalleste synlige Kanaler maa være ca. 10 miles brede. Lægges hertil paa hver Side en Rand af 20 miles, frembragt ved Abberration, Diffraktion og Atmosfærens Indflydelse, kommer vi op paa en tilsyneladende Bredde i Kikkertbilledet af 50 miles. Efter Opgivelserne skal der ialt være 400 Kanaler med en gennemsnitlig Længde af 1500 miles. Gaaende ud herfra beregner Forf. det Areal, som hele Systemet dækker. Ifølge Lowell er de smalleste Kanaler 2—3 miles brede, den gennemsnitlige Bredde 7 miles. Dette giver et Areal af

$$400 \cdot 1500 \cdot 7 = 4200000 \text{ □ miles.}$$

Efter Forf.s Mening er den gennemsnitlige Bredde 15 miles, hvilket giver

$$400 \cdot 1500 \cdot 15 = 9000000 \text{ □ miles.}$$

Lægges hertil 20 miles paa hver Side paa Grund af Aberrationen, faas det tilsyneladende Areal

$$400 \cdot 1500 \cdot 55 = 33000000 \text{ □ miles,}$$

medens hele Marsskivens Areal er 55000000 □ miles.

Forfatteren kommer saaledes til det mærkelige Resultat, at Arealet af samtlige Kanaler, som de afbildes ved Hjælp af Kikkerter, dækker mere end Halvdelen af Mars' Overflade. Hvis de alle var synlige paa een Gang, vilde det være vanskeligt at godtgøre deres Realitet, idet den ene Kanals Billede vilde forstyrre de nærmeste Kanalers Synlighed. Mange af de svagere Kanaler er dog kun en Gang imellem synlige.

Digitized by Google

Man kan forstaa, hvor stort et Spillerum der er for Fortolkninger og hvor vanskeligt det er at tyde det, man ser paa Mars. Hele Kanalsystemet ligger jo paa en Skive, hvis angulære Diameter højst er 20″. Forf. mener, at Iagttagerne bør anstille særlige Forsøg for at prøve deres Øjnes Evne til at skelne og tyde Ting, der har et lignende Udseende som Marskanalerne, bl. a. ved at sammenligne det, som de selv mener at se, med de Resultater, som Mennesker, der ikke er inde i Sagen, kommer til ved at betragte det samme. *P. B. Freuchen.*

Stereoskopiske Billeder af Himmelrummet*).

Af

H. O. G. Ellinger.

Professor Max Wolff i Heidelberg har i Fjor udsendt 12 Stereoskopbilleder af Himmelrummet, de første, der er komne offentlig frem.

Tilvejebringelsen af saadanne Billeder er en ret vanskelig Sag; to sammenhørende Stereoskopbilleder er som bekendt Billeder af den samme Egn, samme Genstand, tagne fra to Steder, der ligger saa langt fra hinanden, at de gengiver det afbildede, set fra lidt forskellig Side, saaledes at man, naar man ser paa de to Billeder hvert med sit Øje, faar Indtryk af Dybden i Rummet, d. v. s. ser, hvorledes i et Landskab det ene træder frem foran det andet, ser Tingen, som var det en virkelig Genstand, man saa paa, og ikke paa Billeder deraf.

Astronomerne trindt om i Verden optager Fotografier af Himmelkuglen; Billederne tages med Kikkert, og Ekspositionstiden er ofte flere Timer. Det beror i høj Grad paa Vejret, hvor gode saadanne Billeder bliver; en Del af Finheden gaar dernæst tabt

*) Referat af Foredrag i Selskabet for Naturlærens Udbredelse.

Digitized by Google

ved Reproduktionen. Af den store Samling af Billeder, som er tagne med Dages eller Aars Mellemrum, har man da søgt at finde Billeder, der kunde forenes til stereoskopiske Par; det er kun sjældent, det lykkes, men er dog sket.

Et af de smukkeste Eksempler er Saturn; man ser i Midten Saturn svæve frit i Himmelrummet foran Fiksstjernehimlen, og dertil to af dens Planeter, den ene tilvenstre forneden foran Planeten tæt ved dens Rand, den anden tilhøjre og tydelig bagved Planeten. De to Billeder er tagne paa to paa hinanden følgende Aftener i Juni 1899 ved en Ekspositionstid af 2 Timer; i Løbet af et Døgn flytter Jorden sig ca. 300,000 Mil, og det man da ser i Stereoskopet er det samme, som „en Kæmpe, hvis to Øjne sad 300,000 Mil fra hinanden, vilde se i selve Verdensrummet". Man kan paa Fotografierne maale, hvor meget Saturn har flyttet sig blandt Fiksstjernerne, og da man kender Jordens Flytning, kan man af disse Data udregne Saturns Afstand fra Jorden; af en saadan Maaling beregnede Dr. Pulfrich i Jena Afstanden til $1260 . 10^6$ Kilometer og da Teorien for Planeternes Bevægelse fører til $1270 . 10^6$ Kilometer, er dette en meget smuk Overensstemmelse.

Planetoiderne. Disse faar man nu til Dags næsten udelukkende fat i ad fotografisk Vej; de giver sig til Kende paa Pladen ved længere Tids Belysning som en kort Streg, da de jo flytter sig foran Himmelhvælvingen, men denne Flytning er ofte meget lille, og man har derfor ondt ved af de rent minimale Spor, de fremkalder paa den fotografiske Plade, at skelne dem fra Fiksstjernernes Punktbilleder. Men bringer man ind i Stereoskopet to Fotografier af den samme Egn af Himlen, tagne umiddelbart efter hinanden, træder Planetoiderne frem i Rummet; ikke alene ser man Stregen bedre, men den svæver ogsaa foran Himmelhvælvingen.

Der er i Samlingen et Billedpar af Planetoiden Svea, Nr. 329; den lyser som en Stjerne af 12 Størrelse og var lige opdaget, da disse Billeder toges; det var en Aften i Marts 1892, det ene Kl. $8^1/_2$—$10^1/_2$, det andet Kl. 11—1.

Dernæst er der et Billedpar af et Stjerneskud, beliggende i Stjernebilledet Andromeda; Billederne er tagne fra to forskellige Steder d. 12. Aug. 1904 efter $5^1/_2$ Times Eksposition.

Digitized by Google

Saa følger 3 Billeder af Kometen Perrine; Billederne er tagne saaledes: Instrumentet bestaar af to ved Siden af hinanden anbragte Kikkerter, og med dette Instrument følger man Kometen paa dens Vej saaledes, at Billedet altid falder nøjagtigt paa samme Sted af den fotografiske Plade. Følgen deraf bliver, at alle Stjerner kommer til at skrive Streger paa Pladerne. De to Billeder tages ikke af de to Apparater samtidig; man begynder med det ene Apparat 10—15 Minutter tidligere end med det andet, men slutter saa ogsaa 10—15 Minutter tidligere. Man opnaar derved, at man har det første Billede fra et andet Sted i Rummet end det andet, thi Jorden og Kometen har bevæget sig i Mellemtiden.

De tre Billedpar er tagne d. 25. Sept., d. 1. Okt. og d. 25. Okt. 1902, og de viser meget smukt Kometens Udvikling paa forskellige Trin; Halestriberne træder meget tydeligt ud fra hinanden.

Ved at stille Billeder af Stjernehimlen fra tidligere Aar sammen med nyere, er der Udsigt til paa Grund af den Flytning, som Solen med sit Følge af Planeter foretager i Himmelrummet, at man maa kunne se de stærkere forskudte Fiksstjerner sveve i Rummet foran de mindre stærkt bevægede Stjerner; dette er der ogsaa fundet Eksempler paa, og et saadant findes i Samlingen; de to Billeder er tagne med 5 Aars Mellemrum. Fremtiden vil utvivlsomt bringe værdifulde Resultater frem paa dette Omraade, og dette vil gøre det muligt at løse Problemer, man tidligere har maattet lade ligge.

Samlingen slutter med smukke Billeder af Oriontaagen, Andromedataagen og Partier af Maanens Overflade.

Digitized by Google

Anmeldelser.

H. Rasmussen og K. Simonsen: Fysik for Mellemskolen I (74 S.), Opgaver i Naturlære I (32 S.) (København 1907. Lehmann & Stages Forlag. Pris: 1,25 og 0,90 Kr.). Anmeldt af Sally Salomonsen.

Denne lille „Fysik for Mellemskolen", som nu i Sommer er fremkommen, kan ikke siges at have afhjulpet noget Savn, da vi jo allerede har flere meget brugbare Lærebøger i dette Pensum, men det er jo altid interessant at se, hvad to saa erfarne og nidkære Pædagoger har paa Hjerte. Bogen begynder med at give et Kursus i Maal og Vægt, derefter gør den Eleverne bekendt med de tre Tilstandsformer, behandler Vædsketryk og Lufttryk, Varme, Magnetisme, den elektriske Strøm og dennes magnetiske Virkning og Varmevirkning. Den eksperimentelle Metode er fuldstændig gennemført, og Forfatterne henviser overalt til Fænomener, kendt fra det daglige Liv. Dette er det fortjenstfulde ved Bogen, og den kan derfor anvendes alene, men den vil sikkert vinde betydeligt ved at blive brugt i Forbindelse med Opgaverne, der er ordnet paa en saadan Maade, at de danner Indledning til de Afsnit i Bogen, hvortil de hører.

For mange Lærere vil disse Øvelser være en stor Hjælp, det er jo altid en Lettelse at kunne give Børnene en Bog at arbejde efter og at faa ensartede Svar, men i Længden tror jeg, det udvikler mere ikke altid at skulle iagttage efter Recept og ikke altid at skulle afpasse Besvarelserne efter bestemt formulerede Spørgsmaal. Det koster et Arbejde at oplære Børnene til at gaa mere paa egen Haand, og det tager lidt længere Tid, men jeg tror, det betaler sig at gøre det. I Forordet siger Forfatterne, at de særlig har lagt Vægt paa den sproglige Behandling, da Bogen skal være et Hjælpemiddel for Eleven; det forekommer mig, at det flere Steder er sket paa Bekostning af det præcise og korrekte Udtryk. Som Eks. vil jeg nævne Opg. 9 Sp. 4, hvor Børnene skal forklare, hvorfor et Søm gaar til Bunds i Vand, medens Kork svømmer ovenpaa. De maa svare, at det er, fordi Jern har større

Digitized by Google

Vægtfylde o. s. v., men de maa dog nødig tro, det er en Forklaring. I det hele ser man ofte, hvor vanskeligt det er at forme Spørgsmaalene saadan, at Børnene kan besvare dem tilfredsstillende og rigtigt ud fra deres Forudsætninger, og at undgaa i efterfølgende Spørgsmaal at forære dem Svaret paa foregaaende. Har Børnene f. Eks. Forudsætninger til at besvare Nr. 20 Sp. 2 om Forskel paa Følsomhed af Termometre med kugleformet og fladtrykt Beholder, eller maa de ikke gætte sig til det? Det samme gælder Opg. 12 Sp. 11: hvorfor bliver Haanden kold, naar man hælder Æter paa den? Børnene har i det foregaaende ikke faaet noget at vide om, at Varme kan bruges til andet end Opvarmning, der kun bør betyde Temperaturforhøjelse, og de har set, at Æter kan fordampe uden Opvarmning. Sagen er, at Forfatterne foreløbig vil indføre Kendskab til fast, flydende og dampformig Tilstand for senere (§§ 41 og 45) at uddybe dette. Men det maa gøres saadan, at de rigtige Begreber straks fastslaas. Man maa ikke sige, at et fast Legeme smelter, naar det opvarmes tilstrækkeligt (§ 8), men naar det faar tilstrækkelig Varme tilført, heller ikke, at et smeltet Legeme størkner, naar det afkøles (tilstrækkeligt er glemt), men naar der tages tilstrækkelig Varme fra det. (Man maa vist heller ikke for Kemilæreren sige, at Træ og Kød ødelægges ved Opvarmning.) Naar man saa først lader Børnene opdage, at Vædsker kan fordampe ved Varmen fra Stuen (ikke „uden at opvarmes"), men at det gaar hurtigere, naar man giver dem mere Varme, saa er de i Stand til at besvare Sp. 11. Heldigt er det heller ikke at spørge om, hvad Farve Vanddamp har.

Af ny Forsøg finder man nogle i Afsnittet om Vædsketryk. Her bruges Kar med Kautsjukbund. Forsøgene ser meget instruktive ud, men ogsaa her savner man Præcision.

S. 14 hedder det, at Bundtrykket bliver større med Kviksølv end med Vand, det underforstaas, at Højden skal være den samme. S. 15 siges Bundtrykket at være uafhængigt af Vædskemængden, her underforstaas, at Bundens Størrelse er uforandret, og saa har man endda ikke faaet den almindelige Sætning. I Loven om forbundne Kar og Trykket i en Vædske omtales det intet Sted, at det er paa lige store Flader, Trykket er det samme; den Slags Ting maa ikke gærne underforstaas. S. 23 siges det, at Vandet stiger op i Røret paa Grund af Atmosfærens Tryk paa Vandet i

Digitized by Google

Skaalen. Da Atmosfæren dog ogsaa har trykket paa Vandet, før vi sugede, kan det ikke være Forklaringen. En Blanding af Is og Vand (§ 41) holder ikke Temperaturen 0, til al Isen er smeltet.

Afsnittet om elektrisk Spænding forekommer mig ikke vellykket. At Pladen A har højere Temperatur end B, kan man vise ved et Termometer. At K har større Spænding end Z staar som en Paastand; derved halter denne Sammenligning, der let af Eleverne kan antages for en Forklaring, hvad den jo dog ikke kan blive, derfor kan man heller ikke sige: naar K og Z forbindes, strømmer der derfor Elektricitet fra K tit Z. Den fulde Strømretning er ikke fastslaaet, idet det ikke omtales, at Strømmen gaar gennem Vædsken. Jorden har ikke Sp. 0, men vi har kaldt den 0 for at have noget at gaa ud fra; man kan ikke tidlig nok lære Børn at skælne mellem Erfaring, Forklaring og Vedtægt. I Udarbejdelsen af Øvelserne er nedlagt et stort Arbejde, de er godt tilrettelagt og overgaar ikke, hvad Børnene kan magte. Mange Afsnit i Bogen er naturligvis gode, men hvor Forfatterne har søgt at gaa ad ny Veje, forekommer det mig, at de ikke altid har haft Held med sig.

Niels Christensen og T. Sundorph: Praktiske Øvelser i Fysik for Gymnasiet. (Det Schubotheske Forlag. Pris 2 Kr. København. 1907.) Anmeldt af P. B. Freuchen.

I de fleste Skoler hertillands har Fysikundervisningen hidtil lidt en Del derved, at Apparatsamlingerne har været saare mangelfulde. En Mængde Forsøg, som Eleverne burde se, har Læreren med sin bedste Villie af den Grund ikke kunnet vise dem. De københavnske Elever har tildels faaet denne Mangel afhjulpen ved at have Adgang til Forevisning af fysiske Eksperimenter paa polyteknisk Læreanstalt, men paa den anden Side har mange af de københavnske Skoler været overordentlig daarlig forsynede med Apparater. Om fysiske Øvelser for Eleverne har der næsten ikke kunnet være Tale. Et Hold paa nogle faa Elever har man kunnet beskæftige med saadanne Øvelser som Bestemmelsen af et Legemes

Digitized by Google

Vægtfylde, et Hulspejls eller en Linses Brændvidde og enkelte andre, men Antallet af de Elevøvelser, som hidtil har kunnet foretages, er meget ringe. I Fremtiden vil det blive anderledes. Den Tid er forhaabentlig ikke fjern, da Fysikundervisning uden Elevøvelser vil være sjælden.

Ifølge kgl. Anordn. af 1. Decbr. 1906 er praktiske Øvelser obligatoriske ved Fysikundervisningen i Gymnasiet, hvilket er glædeligt. Enhver, der som Elev eller som Lærer har haft med fysiske Øvelser at gøre, kender deres styrkende Indflydelse. For det første formindskes Hukommelsesarbejdet derved. Den, der een Gang med Forstaaelse har bestemt f. Eks. et Legemes Varmefylde, vil fremtidig ikke have nødig at anstrænge sig ret meget for at huske dette Emne; ligesaa i andre Tilfælde. Dernæst giver Øvelserne Eleven en Forestilling om Fysiken som maalende Videnskab, hvilket ikke mindst i vor Tid er af Betydning, da adskillige Opdagelser — f. Eks. af Argon — skyldes Maalingernes Finhed.

Adjunkterne N. Christensen og T. Sundorphs Bog er sikkert meget velkommen rundt om i Landet. Denne Bog indeholder nemlig et rigt Udvalg af Øvelser fra Fysikens forskellige Egne og mange nyttige Oplysninger for de Lærere, som nu er i Færd med at planlægge de fysiske Øvelser. Forfatterne har lagt Vægt paa at forme Øvelserne saaledes, at der kan opnaas nøjagtige Resultater, hvilket er meget værd. En Elev, der efter en omhyggelig gennemarbejdet Øvelse ender med et fint Resultat, føler en vis Tilfredshed og faar sin Interesse for Faget skærpet. Det viser sig jo ogsaa, at Eleverne i Reglen gærne vil gøre en Øvelse om, naar den har givet et tarveligt Resultat. Ikke mindst lærerige er Øvelserne indenfor Elektricitetens og Magnetismens Omraade. Ved at foretage Maalinger af elektromotorisk Kraft, Spændingsfald, Modstand, magnetisk Moment o. s. v. vil Eleven erhverve sig en Fortrolighed med disse Begreber, som den tidligere Fysikundervisning ikke har kunnet yde.

Digitized by Google

F. Barmwater: Fysiske Øvelser til Brug for farmacevtiske studerende. (I Kommission hos Axel E. Aamodt. Pris 2 Kr. København. 1907.)

Da denne Samling af fysiske Øvelser er særlig bestemt for Farmacevter, indeholder den selvfølgelig adskillige specielle Øvelser, f. Eks. Saccharimetri og Fremstilling af Jodoform ad elektrisk Vej, men giver tillige mange værdifulde Vink for enhver Lærer, der beskæftiger sig med fysiske Øvelser.

Fysikudvalgets Beretning, (København. 1907.)

Dette Udvalg, der bestaar af cand. mag. Agertoft og mag. scient Fru K. Meyer samt de tre ovennævnte Forfattere og som fik det Hverv at virke hen til Gennemførelsen af en forsvarlig Fysikundervisning i Gymnasiet, har nu udtalt sig. I sin korte og klare Beretning giver det adskillige fortrinlige Raad angaaende Indretningen af Fysiklokalerne samt om Apparaternes Beskaffenhed. Sidst, men ikke mindst giver Udvalget i en Skrivelse til Ministeriet et Overslag over, hvad det vil koste at anskaffe og vedligeholde en ordentlig Apparatsamling, nemlig ca. 1500 Kr. een Gang for alle til hver Skole samt ca. 300 Kr. aarlig til Vedligeholdelse og Fornyelse. Det er at haabe, at disse beskedne Ønsker maa blive opfyldte. Ellers vil Bestemmelsen i den kgl. Anordning, om at fysiske Øvelser er obligatoriske, være uigennemførlig.

P. B. Freuchen.

Anton Alexander: Matematisk Geografi for Gymnasiet. (Det norske Aktieforlag. Pris 1,50 Kr. Kristiania 1906). Anmeldt af P. B. Freuchen.

Denne Bogs Indhold er væsentlig det samme som i vore almindelige elementære Lærebøger i Astronomi; dog findes der ikke noget om Himmellegemernes Beskaffenhed, hvad man ifølge Bogens Titel heller ikke kan vente.

Digitized by Google

Forf. skriver i sin Fortale: „Naar Eleverne begynder paa dette Fag, har de fra Middelskolens Geografiundervisning en hel Trosbekendelse inde om Universets virkelige Udseende. Det første, Læreren bør gøre, er at gaa denne Kundskab efter i Sømmene og reducere den til det intet, den i Virkeligheden er. Først, naar der saaledes er gjort rent Bord, kan de med Fordel begynde paa Begyndelsen".

Om dette passer paa de norske Skoler i Almindelighed, véd jeg ikke. Efter min Erfaring gælder det ikke danske Skoler. I de mange Aar, jeg har undervist i Astronomi, har jeg aldrig følt Nødvendigheden af at reducere Elevernes geografiske Kundskaber til intet. Tværtimod har jeg stadig haft det Indtryk, at den elementære Astronomi falder godt i Traad med, hvad de forud har lært. Fra Geografiundervisningen har de jo faaet Besked om Jordens Rotation og Bevægelse om Solen samt om Maanens Bevægelse om Jorden. Hvad kan man forlange mere? Det er i al Fald nok. Og der er vel ingen Grund til at frygte for, at det i Fremtiden skal blive anderledes.

Ved Undervisningen i Astronomi kan det maaske ikke helt undgaas, at man først maa fremstille visse tilsyneladende Bevægelser og senere forklare de virkelige. Men dette sidste bør ikke opsættes for længe. Det forekommer mig, at man hidtil har været for tilbøjelig til først at sammenhobe tilsyneladende Bevægelser for bagefter at skulle rede de indviklede Traade ud fra hverandre. Deraf følger, at adskillige Elever aldrig naar til den fulde Forstaaelse eller til et Overblik over de forskellige Bevægelser. Dette gælder særlig de sproglig studerende, som ikke har Lejlighed til at erhverve sig nogen synderlig Rumforestilling. Mangen sproglig Student har forladt Skolen uden egentlig Forstaaelse af Astronomien og maa efter et Par Aars Forløb bekende, at hele hans astronomiske Viden er sporløst forsvunden.

Man faar langt lettere Eleverne med sig, naar man lader de to Sider af Sagen følges ad, saaledes som det f. Eks. er gjort i Jul. Petersen og Forchhammers Astronomi. Det er ikke nødvendigt at begynde med at anbringe det hele paa Himmelkuglen; det er bedre efterhaanden at flytte det derud. F. Eks. kan Eleven godt lære at forstaa, hvorfor et Soldøgn er længere end et Stjernedøgn, uden at han har hørt nogetsomhelst om Ekliptika.

Digitized by Google

Hr. Alexanders Bog lider en Del af den ovennævnte Ensidighed. Først S. 42 begynder Forf. paa de virkelige Bevægelser, og det er noget sent. Endog for Maanens Vedkommende, hvor det er ganske unødvendigt at behandle den tilsyneladende og den virkelige Bevægelse hver for sig, opsætter han det saa længe. Desuden er Bogen temmelig fattig paa Figurer, især i Begyndelsen; Fig. 1 f. Eks. burde være erstattet af flere Figurer med færre Linier. Paa den anden Side indeholder Bogen gode og interessante Afsnit, saaledes om de forskellige Verdenssystemer og om Newtons store Betydning ligesaa om Jordens Form og Størrelse. Endvidere er det prisværdigt, at Forf. har behandlet Kortprojektionen saa udførligt.

Den Lærer, der vil benytte Bogen, vil staa sig ved, saavidt muligt, at omordne Stoffet saaledes, at de virkelige Bevægelser kommer med fra Begyndelsen. I denne Sammenhæng mindes jeg fra en Astronomitime, en betegnende Ytring. Eleverne var komne igennem Ekliptikas Vanskeligheder og skulde nu tage fat paa Afsnittet om Maanen; da de her straks fik at vide, at Maanens Flytning imellem Stjernerne er en virkelig Bevægelse, udbrød en af dem med en vis Lettelse: „Naa, her har vi da endelig en virkelig Bevægelse."

Müller og Kutnewsky: Sammlung von Aufgaben aus der Arithmetik, Trigonometrie und Stereometrie B II. (Teubners Forlag, Leipzig og Berlin. 1907. 304 S.

En meget omfangsrig Samling af Opgaver, hvoraf adskillige med fysisk, astronomisk og geografisk Indhold, hvilket bør paaskønnes, da derved muliggøres et Samarbejde mellem de forskellige Fag. Freuchen.

Digitized by Google

Albert A. Michelson.

Af

K. Prytz.

Albert A. Michelson, der d. 10. December 1907 har faaet tilkendt Nobelprisen i Fysik, er Professor i Fysik ved Universitetet i Chikago. Han blev først bekendt ved sin Maaling af Lysets Hastighed; Resultaterne herfra blev offentliggjorte i 1878 og 1879; hans Metode var en Modifikation af Foucaults; men den Billedforskydning, som betingede Maalingen, var omtr. 200 Gange saa stor som i Foucaults Forsøg.

Michelson fortsatte med fundamentale Arbejder paa Lyslærens Omraader og bidrog derved til at vedligeholde Interessen for Lyslæren i et Tidsrum, da elektriske Arbejder optog de fleste Fysikeres Interesse. Det er især hans Arbejder med de høje Interferenser, Interferenser med meget store Vejforskelle, der har faaet banebrydende Betydning. Ved Michelsons Interferensapparat, Interferometer, er det først lykkedes at faa en Lysbølgelængde sammenlignet med Meteren med en Nøjagtighed, der svarer til den, hvormed man ad almindelig Vej kan sammenligne to Metre; herved har man faaet Længdeenheden udtrykt ved et, som det maa antages, uforanderligt Naturmaal.

Af Arbejder paa Spektralanalysens Omraade maa fremhæves Michelsons Fremstilling af Trappegitteret, hans Paavisning af Fejlkilderne ved Bestemmelsen af Bølgelængder ved Rowlands Gitter, og hans af Interferens med stor Vejforskel betingede Paavisning af, at Spektrallinjer, der hidtil var ansete for usammensatte, bestaar af flere Komponenter.

Endelig maa nævnes hans Undersøgelser af den relative Bevægelse af Jorden i Forhold til Verdensrummets Æter. Det var til en saadan Undersøgelse, han konstruerede sit Interferensapparat.

Digitized by Google

Eduard Buchner.

Af

S. P. L. Sørensen.

Nobelprisen i Kemi er i Aar tildelt Eduard Buchner, født 1860 i München. B. har faaet sin Uddannelse dels i Erlangen, dels i sin Fødeby, hvor han erhvervede Doktorgraden 1888 og derefter virkede som Assistent og senere fra 1891 som Privatdocent. 1893 forflyttedes B. til Kiel, men efter et Par Aars Virksomhed ved Universitetet her udnævntes han 1896 til Professor ved Universitetet i Tübingen, hvorfra han dog allerede 1898 kaldtes til Professor ved Berlins Landbohøjskole, hvilken Stilling han endnu beklæder.

En stor Del af Buchners første Arbejder er prægede af et i München begyndt og senere i Kiel fortsat Samarbejde med Th. Curtius, og om man end gennem Buchners talrige Arbejder fra Tiden før Tübingeropholdet mærker den dygtige og samvittighedsfulde Forsker, var det dog først hans i Slutningen af Halvfemserne offentliggjorte Undersøgelser over „Gæring uden Gærceller", der bragte hans Navn frem i første Række. For fuldt ud at kunne forstaa Betydningen af Buchners herhen hørende Arbejder maa man erindre sig Hovedpunkterne i den gennem mere end et halvt Aarhundrede førte Strid om Gæringens Natur, en Strid, der fik sit Præg af de to store Navne, Liebig og Pasteur.

Om end Gæringer og gærede Drikke har været kendte saa langt tilbage, som Menneskeslægtens Historie rækker, var det dog først i Slutningen af det attende Aarhundrede, at det ved den berømte franske Kemiker Lavoisiers Arbejder blev godtgjort, at den væsentligste kemiske Proces ved Gæringen var en Spaltning af Sukker i Alkohol og Kulsyre. Hvilken Rolle, Gæren spillede, vidste man slet ikke, man var nærmest tilbøjelig til at betragte den som et Affaldsprodukt uden væsentlig Betydning for Gæringen. Først da man (i Trediverne af forrige Aarhundrede) havde erkendt, at Gæren var en, om end lille saa dog levende og voksende Plante, begyndte Kampen om Gærens Rolle under Gæringen.

Digitized by Google

Tilhængerne af den vitalistiske Gæringsteori forfægtede, at Gæringen nøje var knyttet til Gærens hele Liv og Vækst, ja undertiden opfattedes Sukkeret ligefrem som Gærens Næring og Alkohol og Kulsyre som dens Udskilningsprodukter. Imod denne Anskuelse gjorde Datidens betydeligste Kemikere, med Liebig i Spidsen, gældende, at det maatte anses for ganske utroligt, at Gærcellerne i de korte Tidsrum, hvorom der ved en Gæring er Tale, kunde forbruge en Næringsmængde, der var mange Gange større end deres egen Vægt. Liebig forsøgte at give en ren kemisk Forklaring af Gæringen, men det lykkedes ikke. Han maatte erkende, at Gæren spillede en Rolle, men over dennes Natur var han langtfra klar. Han mente, at de ved Gærens Iltning frembragte Svingninger og Bevægelser overførtes paa Sukkeret og derved sønderdelte dette i Alkohol og Kulsyre. Denne noget kunstige Opfattelse var omkring Aarhundredets Midte paa Grund af Liebigs store Anseelse den nogenlunde almindeligt antagne. Det var først Pasteur, der ved en Række geniale Arbejder uigendriveligt paaviste, at der ingen Gæring fandt Sted uden Organismer, og at Gæringen var nøje knyttet til Gærens Liv, ikke til dens Sønderdeling, dens Iltning, som Liebigs Teori antog.

I det samme Tidsrum, i hvilket denne Strid førtes, var det imidlertid lykkedes ved Udludning af spirende Byg med Vand at fremstille et Enzym (Diastase), der formaaede at omdanne Stivelse til Sukker, og ligeledes var det lykkedes af Gær at fremstille et Enzym (Invertin), der kunde spalte Rørsukker i Druesukker og Lævulose. Det laa da nær at antage, at Gæren indeholdt et lignende Enzym, der formaaede at spalte Sukker i Alkohol og Kulsyre. En saadan Enzymteori blev ogsaa i Slutningen af Halvtredserne fremsat af Traube og ivrigt forsvaret bl. a. af Hoppe-Seyler og hans Skole, men det lykkedes ikke trods al anvendt Møje at vinde et gæringsdygtigt Enzym af Gæren. Da man desuden, og ikke uden Grund, gjorde opmærksom paa den i kemisk Henseende store Forskel, der er mellem de af Diastasen og Invertinet fremkaldte, rene hydrolytiske Spaltninger og den af Gæren frembragte dybtgaaende Spaltning af Sukkeret, fandt heller ikke Enzymteorien almindelig Anklang.

I den sidste Fjerdedel af det forrige Aarhundrede stod da den vitalistiske Teori, støttet paa Pasteurs Arbejder, som den sejrende.

Digitized by Google

Man skelnede, mere eller mindre skarpt, mellem Enzymspaltninger, der ogsaa kaldtes uægte Gæringer, og som kunde fremkaldes af ikke organiserede, i Vand opløselige Enzymer som Diastase og Invertin, og paa den anden Side de ægte Gæringer, der skyldtes organiserede, levende Væsener, til hvis Livsproces den ægte Gæring paa det nøjeste var knyttet. Saaledes stod Sagen, da Buchners Undersøgelser med ét Slag forandrede Stillingen.

Sammen med sin Broder, Bakteriologen Hans Buchner, begyndte Eduard Buchner allerede 1893 disse Undersøgelser i det hygiejniske Institut ved Universitetet i München, men først 11. Januar 1897 sendtes den første foreløbige Meddelelse til „Deutsche Chem. Gesellschaft" i Berlin. Buchner meddeler heri, at det er lykkedes ham ved Sammenrivning af Gær, der i Forvejen ved Presning er bleven befriet for den største Del af Vandet, med Kvartssand og Infusoriekisel at faa en fugtig, plastisk Masse, som ved Presning under jævnt stigende Tryk indtil 4—500 Athm. i en dertil egnet Presse har givet ham en saa godt som cellefri Pressesaft, som formaar at frembringe en livlig alkoholisk Gæring. Det var herigennem vist, at Gæringsfænomenet ikke var uløseligt knyttet til Gærens Liv og Vækst, men skyldtes et i Pressesaften værende Stof, der maatte opfattes paa lignende Maade som de allerede kendte Enzymer, og som Buchner gav Navnet Zymase.

Det vil føre for vidt her at komme nærmere ind paa Pressesaftens Egenskaber i det hele taget; her skal kun anføres, at Buchners korte, foreløbige Meddelelse fulgtes af en hel Række indgaaende Undersøgelser over Gærpressesaftens Egenskaber og Virkninger, dels af Buchner alene, dels af ham og hans Medarbejdere, af hvilke der her er Grund til at nævne M. Hahn, R. Rapp, R. Albert og J. Meisenheimer.

Buchners Meddelelse vakte stor Opsigt og i Begyndelsen Modsigelse fra mange forskellige Kanter og af meget forskellig Art. Fra enkelte Sider meddeltes det, at en efter Buchners Beskrivelse fremstillet Pressesaft ingen eller dog næsten ingen Gærvirkning havde, men Buchner viste, at dette beroede enten paa mangelfuld Metodik eller paa Beskaffenheden af den anvendte Gær, hvis Zymaseindhold ikke altid er det samme. Fra andre Sider indrømmede man, at Gærpressesaften vel formaaede at frem-

Digitized by Google

kalde Alkoholgæring, men han henførte ikke denne Virkning til et tilstedeværende Enzym, men til endnu levende, i Saften værende smaa Protoplasmastykker, der altsaa endnu skulde besidde den levende Celles Gæringsevne; ja, en enkelt Forfatter udtalte endogsaa, at der var en Mulighed for, at de i Pressesaften værende ganske smaa Mængder levende Celler kunde fremkalde Gæringen. Buchner anførte herimod, at Pressesaften selv efter Filtrering gennem et Chamberlands Porcellænsfilter, der fuldstændig tilbageholder Gærcellerne, havde en tydelig Gærvirkning. Ligeledes viste han, at Tilsætning af saadanne Stoffer som Kloroform, Benzol eller Natriumarsenit til Pressesaften ikke ødelægger dennes Gæringsevne, medens disse Antiseptika fuldstændig forhindrer Væksten og Formeringen af de levende Gærceller og derfor maa antages at virke endnu skadeligere paa smaa løsrevne Protoplasmadele, der er berøvede Gærcellens beskyttende Membran. Endvidere viste det sig, at Gær, der i Forvejen var lufttørret, kunde tørres fuldstændig ved 37° og derefter ophedes i 6 Timer til 100°, uden at Gæringsevnen derved gik til Grunde, medens Gæren som saadan fuldstændig dræbtes, hvilket let kunde vises ved Udsæd af større Mængder af den tørrede Gær i steril Ølurt.

Der var endnu flere Grunde, der talte for, at Buchners Opfattelse af Zymasen som et virkeligt Enzym var rigtig, og denne Opfattelse vandt da ogsaa hurtig mere og mere Terræn. Allerede den 14. Marts 1898 holdt Buchner i „Deutsche Chem. Gesellschaft" i Berlin et Foredrag om „den cellefri Gæring", og samme Aar i Juli Maaned talte han paa det første almindelige Møde ved den tredje internationale Kongres for anvendt Kemi i Wien under almindelig Opmærksomhed og Bifald om det samme Emne. Allerede da var Sejren vunden, og den er kun bleven yderligere befæstet ved den Række smukke, senere offentliggjorte Arbejder, som Buchner sammen med M. Hahn og i den da afdøde H. Buchners Navn 1903 offentliggjorde i Bogform under Titlen „Die Zymasegärung". Det maa efter disse Undersøgelser betragtes som fastslaaet, at Spaltningen af Sukker til Alkohol og Kulsyre er mulig uden Tilstedeværelse af levende Organismer. Dog er det rimeligt, at Gæringsenzymet, Zymasen, der lige saa lidt som andre Enzymer er fremstillet i ren Tilstand,

Digitized by Google

maa henregnes til de mest sammensatte Enzymer, der kommer det levende Protoplasma nærmest.

Man kunde spørge, som Buchner gør det i Slutningen af første Kapitel af den ovenfor nævnte Bog, har nu Liebig eller Pasteur faaet Ret i Opfattelsen af Gæringsfænomenet? Jeg giver Svaret med Buchners egne paa en Gang træffende og beskedne Ord, der lyder saaledes: „beide; Pasteur insoferne als zur Zymasebildung nur Organismen befähigt sind, Liebig, da in letzter Linie bei der alkoholischen Gärung nicht die lebenden Hefezellen sondern ein abtrennbares Enzym zur Wirkung kommt. Wollen wir aber etwa die Verdienste der jetzigen Generation bezüglich Aufklärung des Gärungsphänomens vergleichen mit denen unserer Vorfahren, so wird man, um gerecht zu sein, sich der Worte des Dichters erinnern müssen, dass der Zwerg auf den Schultern des Riesen weiter sieht als der Riese selbst."

Jeg kan ikke slutte Omtalen af Buchners Arbejder over Zymasegæringen uden at erindre om, at Marie von Manassein allerede i Aaret 1871 i Wiesners Laboratorium i Wien har udført Forsøg, hvoraf hun mener at turde slutte, at den alkoholiske Gæring skyldes et Enzym og kan foregaa uden Tilstedeværelse af levende Celler. Dette Arbejde af Manassein er, ogsaa af Forfatterinden selv, blevet fremhævet under Diskussionen om Buchners Undersøgelser. Det vilde være ubilligt, om man vilde frakende Manassein den Ære, der med Rette tilkommer hende, men paa den anden Side gælder det her som saa ofte ved lignende Lejligheder, at et Problem er ikke løst, fordi man selv tror det løst, men først naar man formaar at give andre Troen i Hænde, det formaaede Manassein ikke, det har først Buchner gjort.

De vigtigste af Buchners Arbejder fra de seneste Aar staar i nøjeste Sammenhæng med hans Hovedarbejde. Det skal saaledes blot nævnes, at det er lykkedes Buchner og Meisenheimer at godtgøre, at Mælkesyregæringen skyldes et Enzym (Mælkesyrebakteriezymase), ligesom den bekendte Eddikesyregæring, ved hvilken Alkohol iltes til Eddikesyre, skyldes et iltende Enzym (Alkoholoxydase). Ogsaa paa mange andre Omraader har det vist sig, at den Buchnerske Fremgangsmaade til Udvinding af Enzymer har givet udmærkede Resultater. Det vil saaledes være i højeste Grad interessant, hvis det skulde vise sig, at Stoklasa har Ret, naar

Digitized by Google

han af sine meget omfattende Forsøg med Plantepressesafter mener at kunne slutte, at Planternes anærobe Aanding i Virkeligheden kun er en alkoholisk Gæring.

Medens man tidligere, da Alkoholgæringen betragtedes som en fysiologisk Proces, nøjedes med at bestemme Arten og Mængden af de ved Gæringen dannede Produkter, ligger Vejen nu aaben for et nærmere Studium af den kemiske Omsætning, der finder Sted ved Zymasevirkningen. Et saadant Studium er i de sidste Aar blevet paabegyndt saavel i Buchners Laboratorium i Berlin som andetsteds, og det er at haabe, at Buchner, der staar i sin fulde Arbejdskraft, maa faa Lov til endnu i mange Aar at virke paa dette Felt, hvor han har brudt Forskningen nye og frugtbare Baner.

Carlsberg Laboratoriet, December 1907.

Nyere og ældre Anskuelser om Grundstoffernes Natur.

Af

Niels Bjerrum.

1. Indledning. Boyle og Lavoisier. 2. Grundstoffernes fælles Egenskaber. 3. Spekulationer over Atomvægtene. 4. Fysiske Hypoteser. 5. De radioaktive Stoffers Omdannelser.

1. Indledning. Boyle og Lavoisier.

Efter vor nuværende Opfattelse forstaar vi ved Grundstofferne de paaviselige Bestanddele af vore Stoffer, som vi ikke er i Stand til at spalte videre i andre Stoffer. Denne Definition kan ikke føres længere tilbage end til R. Boyle, som levede i det 17. Aarhundrede. Man har nok lige fra Oldtiden arbejdet med Forestillinger om, at alle Stoffer var sammensatte af visse Elementer, men man havde kun uklare Forestillinger om, hvad man skulde forstaa ved et Element. Dette fremgaar noksom af, at man paa

Digitized by Google

Boyles Tid kunde strides om, hvorvidt det rette Elementsystem var de gamle aristoteliske Elementer: Ild, Luft, Vand, Jord eller Alkymisternes nyere Elementer: Kviksølv, Svovl og Salt.

Sagen er, at Boyles Forgængere oftest ikke undersøgte, hvad man kunde spalte et Stof til, men nøjedes med at undersøge Stoffets Egenskaber. Af Egenskaberne sluttede de saa, hvoraf Stoffet bestod, idet de gik ud fra, at det maatte bestaa af Stoffer, der i særlig høj Grad havde disse Egenskaber.

Saaledes sluttede Alkymisterne, at Kobber maatte indeholde Kviksølv, fordi det var metallisk, Svovl, fordi det irrede, og Salt, fordi det dannede Salt med Syrer. De ædlere Metaller, der vanskeligt irrer og vanskeligt opløses i Syrer, indeholdt kun lidt Svovl og Salt, medens Jærn, der saa let ruster og let danner Salte, indeholdt meget Salt og Svovl. For at gøre Antagelsen af Elementerne Kviksølv, Svovl og Salt lettere, antoges i Almindelighed, at disse Elementer ikke var identiske med almindeligt Kviksølv, Svovl og Salt, men var disse Stoffer i en særlig ren Tilstand. Disse Forestillinger underkastede Boyle en skarp Kritik (i „The sceptical Chymist"). „Jeg vilde gærne vide," skriver han, „hvorledes man skulde kunne spalte Guld i Svovl, Kviksølv og Salt; jeg skulde gærne forpligte mig til at betale Omkostningerne ved denne Operation. Jeg tilstaar, at jeg selv aldrig har kunnet udføre den". Boyle gør ogsaa opmærksom paa, at ved Dannelsen af kemiske Forbindelser forsvinder Bestanddelenes Egenskaber, og han tilintetgør saaledes det Grundlag, ud fra hvilket Alkymisterne havde opbygget Hypotesen om deres tre Elementer. Men selv om det saaledes er Boyle, som har givet os vort nuværende Kriterium paa et Grundstof, saa er det dog Lavoisier, som har Æren af at have gjort dette Kriterium til Kemiens Grundvold, og som har givet os den første Fortegnelse over Stoffer, som man efter dette Kriterium maa betragte som Grundstoffer.

Man maa imidlertid ikke tro, at Lavoisier opfattede sine Grundstoffer som den yderste Grænse, Naturen har sat for Stoffernes Sønderdelelighed. Tværtimod, han skriver derom: „Kemien vandrer mod sit Maal, idet den stadig søger at dele Stoffet mere og mere. Hvor er Grænsen for dens Bestræbelser? Ingen kan vide det. Det, som vi betragter som usammensat, er kun den praktiske

Digitized by Google

Grænse for Delelighedens Ophør og sikkert ikke den sande og yderste Grænse, som Naturen har sat for Stoffernes Spaltning".

Foruden Kemiens Grundstoffer, som Forsøg giver dem, opstiller Lavoisier dog ogsaa en Klasse simplere Stoffer, nemlig Lys, Varme, Ilt, Kvælstof, Brint, og han betegner disse Stoffer som Grundstoffer, der hører til alle tre Riger, og som kan betragtes som Stoffernes Elementer.

2. Grundstoffernes fælles Egenskaber.

Flere af Lavoisiers Grundstoffer er siden blevne spaltede, f. Eks. Alkalierne og de alkaliske Jordarter, som det ved Elektricitetens Hjælp lykkedes Davy at spalte i Ilt og Metaller. Men siden Péligot i 1842 viste, at det, som man hidtil havde kaldt Uran, var et Ilte, og lige op til den nyeste Tid har man ikke et eneste Eksempel paa, at et antaget Grundstof har vist sig at være en kemisk Forbindelse*). Derfor har der i den sidste Halvdel af det 19. Aarhundrede mere og mere kunnet indsnige sig den Anskuelse, at vore Grundstoffer dog er Naturens sande Grænse for Stoffets Sønderdelelighed, udtrykt mere populært, at det maa være umuligt at fremstille eller spalte Guld. Og denne Opfattelse blev bestyrket ved, at der er mange andre Egenskaber, som forbinder vore nuværende Grundstoffer til en Gruppe foruden det, at vi ikke er i Stand til at spalte dem.

Jeg vil saaledes nævne, at Grundstoffer er de eneste Stoffer, der som glødende Stoffer kan besidde Linjespektre. Det er kun enatomige Luftarter, der udsender Linjespektre. Forbindelser og i det hele taget alle fleratomige Molekyler giver uden Undtagelse

*) Opdagelsen af Argon, Helium, Neon og Krypton viste kun, at disse Stoffer fandtes som Urenheder i Luftens Kvælstof. Og at det er lykkedes mere og mere vidtgaaende at spalte de sjældne Jordarter i forskellige Elementer (nu ca. 15), er kun en Spaltning af Blandinger af Grundstoffer med omtrent ens Egenskaber og ikke en Paavisning af, at et antaget Grundstof er en kemisk Forbindelse. Det er meget usandsynligt, at vore andre Grundstoffer skulde vise sig at være lignende Blandinger af nær beslægtede Grundstoffer, da selv de omhyggeligste Forsøg paa at fraktionere dem hidtil er mislykkedes.

Digitized by Google

Baandspektre, og Baandspektre er væsensforskellige fra Linjespektre, idet Linjernes Ordning i de to Slags Spektre følger ganske forskellige Love, ligesom det kun er Linjespektre, der viser det saakaldte Zeemannfænomen.

I Følge den kinetiske Luftteori er Forholdet mellem Varmefylderne ved konstant Tryk og ved konstant Rumfang for enatomige Luftarter lig $^5/_3$, medens dette Forhold for Luftarter med flere Atomer i Molekylet er mindre og nærmer sig til 1, efterhaanden som Antallet af Atomer i Molekylet stiger. Det har i Overensstemmelse hermed vist sig ved Forsøg, at Forholdet aldrig er større end $^5/_3$ og kun antager denne Værdi for visse Grundstoffer (Hg, Ar, He, Ne), medens det altid er lavere for kemiske Forbindelser. Og derfor bliver en Værdi af dette Forhold paa $^5/_3$ et Kendetegn paa et Grundstof.

Og endelig gælder for faste Grundstoffer Dulong og Petits Lov, at Atomvarmen, d. v. s. Atomtal $\times$ Varmefylde, er ca. 6,4. For sammensatte Radikaler er den tilsvarende Størrelse næsten altid større end 6,4 og er f. Eks. for Cyan 8,2, for Methyl 8,7, for UO_2 14,4. Man har fundet, at for faste Stoffer er Molekylvarmen omtrent lig Summen af Atomvarmerne. Hvis Dulong og Petits Lov gjaldt for alle Grundstoffer, vilde, som Kopp har fremhævet, en Atomvarme paa 6,4 være et tvingende Kriterium paa et Grundstof. Men allerede Kopp har selv bemærket, at Kriteriet ikke er absolut paalideligt, fordi Atomvarmen for enkelte Stoffer med lille Atomvægt er betydeligt mindre end 6,4, og Stoffer med Atomvarmen 6,4 altsaa kan være Forbindelser af disse Stoffer. Radikalet Hydroxyl maa saaledes efter Iltens og Brintens Atomvarmer have en Radikalvarme paa ca. 6,3.

Disse forskellige Forhold viser, at hvis vore nuværende Grundstoffer virkelig er sammensatte, saa maa de i alt Fald være Forbindelser af en ganske anden Type end vore sædvanlige kemiske Forbindelser.

Til Trods for alt dette har der dog stadig holdt sig Anskuelser om, at al Materie i sit inderste Væsen maa være ensartet, og at vore Grundstoffer altsaa paa forskellig Vis maa være bygget op af denne ensartede Materie. Dette har for mange staaet som den eneste tilfredsstillende Forestilling. I den nyeste Tid har saadanne Anskuelser mere og mere vundet Terræn. Eksperimenterende Na-

Digitized by Google

turforskere arbejder nu med Arbejdshypoteser om Atomets Sprængning. Og vi vil i det følgende se lidt paa, hvorledes Undersøgelser paa de forskelligste Omraader har ført ind paa saadanne Tanker.

3. Spekulationer over Atomvægtene.

Det er en gammel Historie, at Grundstoffernes Atomvægte har afgivet Grundlag for Spekulationer over Atomernes mulige Bygning. Englænderen Prout sluttede allerede i 1815, at alle Grundstoffer var sammensat af Brint, fordi deres Atomvægte altid var Multipla af Brintens. Teorien fandt straks en farlig Modstander i Berzelius, som bestred, at Atomvægtene var nøjagtige Multipla af Brintens. Men endnu i 1859 slaar den store franske Kemiker Dumas et stort Slag for Prouts Hypotese, som han dog har forandret saaledes, at Uratomet ikke er Brintens Atom, men en Fjerdedel af dette. Omtrent samtidig slutter imidlertid Stas af sine meget nøjagtige Atombestemmelser, at der ikke kan være Tvivl om, at den af Prouts Hypotese forlangte Simpelhed i Forholdet mellem Atomvægtene i Virkeligheden ikke eksisterer; og hele den kemiske Verden overbevises af ham og opgiver Prouts Hypotese. I den nyeste Tid har Richards, Amerikas og vist ogsaa Europas fineste Eksperimentator, paany bestemt Atomvægtene for de Stoffer, som Stas benyttede. I den følgende Oversigt staar i første Kolonne Stas's Atomvægte i Ostwalds Beregning; i anden Kolonne staar Richards' ny Tal.

	Stas.	Richards.	Stas. Fejl i ‰.	Stas. Afv. fra hele Tal i ‰.	Richards. Afv. fra hele Tal i ‰.
N	14,041	14,01	+ 2,3	+ 2,9	+ 0,7
O	16	16			
Na	23,058	33,002	+ 2,6	+ 2,5	+ 0,1
S	32,063	32,067	— 0,2	+ 2,0	+ 2,2
Cl	35,453	35,463	— 0,1	— 1,3	— 1,0
K	39,136	39,103	+ 1,0	+ 3,5	+ 2,6
Br	79,963	79,930	+ 0,6	— 0,5	— 0,8
Ag	107,938	107,899	+ 0,5	— 0,5	— 0,9
J	126,864	126,948	— 0,5	— 1,1	— 0,4
Middelfejl $\left(\sqrt{\frac{\Sigma r^2}{n}}\right)$			1,3 ‰	2,0 ‰	1,4 ‰

Digitized by Google

I 3. Kolonne har jeg opført de af Richards paaviste Fejl i Stas's Atomvægte. Naar man sammenligner disse Fejl med de Afvigelser fra hele Tal, som Stas finder, og som anføres i 4. Kolonne, kan man se, at Stas i Virkeligheden knap var berettiget til at paastaa, at Fejlene i hans Bestemmelser ikke kunde tænkes at forklare Atomtallenes Afvigelser fra hele Tal. Den af Richards fundne Middelafvigelse fra hele Tal er noget mindre end den, som Stas fandt (1,4 ‰ i Stedet for 2,0 ‰). Men saa vidt man kan dømme, er Paalideligheden af Richards's Bestemmelser saa stor, at det synes utænkeligt, at Afvigelserne kan skyldes Unøjagtigheder. Man kan altsaa af Richards's Bestemmelser drage den Slutning, som Stas allerede drog af sine Bestemmelser, men som han knap var berettiget til at drage.

Det kan imidlertid ikke benægtes, at mange Atomtal paafaldende nærmer sig hele Tal. Marignac har fremhævet dette, og Svenskeren Rydberg har for de 23 Elementer med mindste Atomtal (indtil Fe = 56) beregnet en Tabel over Afvigelser fra det nærmest lavere hele Tal.

Afv. f. nærm. lav. hele Tal	0—0,1	0,1—0,2	0,2—0,3	0,3—0,4	0,4—0,5	0,5—1
Antal Grundstoffer	14	4	1	1	2	0

Efter de nyeste Atomtal har jeg dannet følgende Tabel over Størrelsen af den første Decimal i de samme*) Elementers afrundede Atomtal.

Første Decimal	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5
Antal Grundstoffer	0	0	0	2	11	8	1	0	2	1

Sammenhobningen om hele Tal er efter begge Tabeller iøjnefaldende.

Sandsynligheden for, at Atomtallene for de 23 Elementer, som Rydberg har inddraget i sine Betragtninger, kommer til at ligge saa nær ved hele Tal, som de virkelig gør, hvis de blev spredt vilkaarligt mellem 0 og 56, er efter Rydberg som 1 til 2 Billioner.

*) Tabellen er forøget med de nyopdagede Grundstoffer Argon og Helium, medens Neon ikke er medtaget, da dens første Decimal ikke er sikkert kendt.

Digitized by Google

Det vil sige, at Sandsynligheden derfor er 200 Gange mindre end Chancen for at vinde det store Lod i Klasselotteriet to Gange i Træk.

Derfor holder der sig ogsaa stadig Anskuelser om, at der ligger noget rigtigt til Grund for Prouts Hypotese. Hinrichs sammenligner Atomtallenes Afvigelser med Planeternes Perturbationer, som bringer Afvigelser fra Kepplers Love. Ligesom vi har funden Lovmæssigheden i Perturbationerne, gælder det nu om at finde Lovmæssigheden i Atomtallenes Afvigelser fra hele Tal og derigennem finde ud af, hvad det er, der foraarsager Afvigelserne. Dette er f. Eks. forsøgt af Julius Thomsen, af Hinrichs og af Rydberg, uden at dog nogen af disses Bestræbelser har ført til virkelige Resultater. Sagen er, at vi endnu ikke har de smaa Afvigelser fra hele Tal bestemt med tilstrækkelig Nøjagtighed.

Selv om Loven om Massens Konstans gælder absolut, staar og falder Hypotesen om Materiens Enhed ikke med Paavisningen af, om der er et simpelt rationelt Forhold mellem Atomvægtene eller ej. For det første kan det være, at Uratomerne er meget smaa. I saa Fald kan ogsaa Forholdene mellem Atomvægtene blive meget indviklede. Dernæst er der ogsaa en anden Udvej, som Berthelot har vist, og som han beskriver med følgende Ord: „Det er ikke nødvendigt, at de Ligevægtstilstande, som repræsenterer vore Elementer, fremkommer af Urstoffet ved Addition af et større eller mindre Antal identiske Partikler, at altsaa Atomvægtene repræsenterer Multipla af en fælles Enhed. Atomerne kan ogsaa frembyde indbyrdes Relationer af en anden Art, som dem, der eksisterer mellem de forskellige Rødder af en Ligning, de forskellige Værdier af en matematisk Funktion. Efter denne Hypotese om Materiens Bygning vilde et af vore Elementer nok kunne omdannes, men ikke spaltes. I det Øjeblik, hvor det forsvinder, omdannes det til et eller flere andre Elementer; men Atomvægtene af de nye Elementer vilde ikke behøve at frembyde noget simpelt Forhold til Atomvægten af det oprindelige Stof".

Ogsaa den lovmæssige Sammenhæng mellem Grundstoffernes Egenskaber og deres Atomvægte, som udtrykkes i det periodiske System, vil vanskelig kunne finde sin Forklaring undtagen i Atomernes indre Bygning og fører saaledes ogsaa til at antage, at Atomerne er i Besiddelse af indre Struktur.

Digitized by Google

Det periodiske System har antydet Veje, som synes at maatte kunne føre til at lave Guld, som altsaa til en vis Grad muliggør rationel Alkymi. Hinrichs har saaledes foreslaaet at ophede Sølv eller Kobber sammen med Bly i en Autoklav til meget høj Temperatur og Tryk. Naar Fremstillingen endnu ikke er lykkedes, beror det — efter Hinrichs — rimeligvis kun paa, at vi ikke kan fremstille tilstrækkelig stærke Autoklaver eller frembringe tilstrækkelig høje Temperaturer. Sølv og Kobber er nemlig Stoffer, der er beslægtede med Guld, men som har lavere Atomvægte; Bly er et Stof, som i sin Gruppe af beslægtede Stoffer indtager den Plads, som Guldet i sin Gruppe, og Tin og Germanium er Stoffer, der er beslægtede med Blyet, men har Atomvægte, der er omtrent lige saa meget lavere end Blyets, som Sølvets og Kobberets er lavere end Guldets.

Kobber	Sølv	Guld
63,6	107,9	197,2
Germanium	Tin	Bly
72,5	119,0	206,9.

Det kan derfor se ret rimeligt ud, at det, der skal føjes til Kobber- resp. Sølvatomet for at give Guldatomet, maa være noget, som i Blyatomet findes føjet til Germanium- resp. Tinatomet.

4. Fysiske Hypoteser.

Fysikere har ad forskellige Veje sluttet, at Atomerne maa være sammensatte Systemer.

Man antager, at Lys er elektriske Bølger. Naar et Stof udsender Lys, skyldes det, at dets Molekyler indeholder elektriske Partikler, der svinger frem og tilbage og derved udsender elektriske Bølger. Ud fra denne Anskuelse kan vi slutte os til noget om Atomernes Bygning fra Arten af det Lys, de udsender. Man behøver ikke at antage en elektrisk Partikkel for hver Linie i et Spektrum; thi ligesom en Streng eller en Klokke kan udsende forskellige Toner, kan en og samme elektriske Partikkel udsende

Digitized by Google

flere Slags Lys. Kayser har af Natriumspektret sluttet, at Natriumatomet indeholder 6 elektriske Partikler (maaske rettere 6 forskellige Slags elektriske Partikler); thi Natriumspektrets mange Linier kan opløses i 6 Serier. Og Linierne i samme Serie udsendes sandsynligvis af samme Partikkel; thi de har ens Udseende, viser samme Zeemannfænomen, og kan endelig udtrykkes ved en og samme Formel; derimod viser Linierne i forskellige Serier ikke disse Forhold, og det bliver derfor sandsynligt, at de udsendes af forforskellige Partikler. Efter Spektret at dømme, indeholder Brintatomet kun en elektrisk Partikkel, medens Jærnatomet bestaar af saa mange, at det endnu ikke er lykkedes at drage Slutninger om Antallet. —

Lockyer har fulgt en anden Tankerække. Det synes sikkert, at kun enatomige Luftarter giver Linjespektre, medens fleratomige giver Baandspektre. Og endvidere mener mange, at til et bestemt Molekyle svarer et, og kun et, bestemt Emissionsspektrum. Naar Spektret altsaa forandres, bliver Molekylet ogsaa et andet. Jeg vil saaledes nævne, at Jodets Spektrum forandres netop ved de Temperaturer, hvor dets Damp dissocieres i Atomer. Naar det derfor lykkes Lockyer at faa et Metals Linjespektrum helt forandret og simplificeret ved at fremkalde det i store elektriske Gnister af særlig høj Spænding og derfor af umaadelig høj Temperatur, saa mener han, at Metalatomet ved denne høje Temperatur maa være spaltet. Metallet er omdannet til Protometal. De kemiske Forsøg, som Lockyer har anstillet for at bekræfte sin Anskuelse, er meget uheldige og har bevirket, at hans Hypotese er forbleven ganske upaaagtet i kemiske Kredse. Bedre er hans astronomiske Betragtninger, hans inorganic evolution. Lockyer finder, at Stjærner af Solens Temperatur giver et lignende Spektrum som Solen, altsaa indeholder de samme Stoffer som den. De noget varmere Stjærner giver Protometallernes Spektrum. I de meget varmere er ogsaa Protometallerne forsvundne, og vi har hovedsagelig Brint; og i de allervarmeste er selv dette forsvundet og erstattet med en Protobrint. Da vi ellers ikke kan se nogen Grund til, at Stjærnernes Stoffer saa regelmæssigt skulde afhænge af deres Temperatur, mener Lockyer, at vi tvinges til at antage, at Grundstofferne ved højere Temperatur dissocieres til stadig simplere Stoffer. Hvis man antager, at Grundstoffernes Omdan-

Digitized by Google

nelser foregaar umaadelig langsomt, forekommer Lockyers Hypotese mig ikke helt uantagelig. Lockyer selv mener ikke, at Omdannelserne foregaar langsomt, som det fremgaar af hans Forestilling om Protometallernes Dannelse i Gnister. Lockyers uorganiske Udviklingslære nærmer sig i Dristighed ret stærkt til den store Mængde af rene Fantasterier, som Problemet om Materiens Enhed har affødt, og som jeg selvfølgelig ikke her vil komme nærmere ind paa; men det kan ikke nægtes, at der er noget umiddelbart vindende ved den.

Ogsaa gennem Elektronteorien har Fysikken trængt ind i i Atomets Mysterier. Helmholtz har i sin berømte Faradaylecture paapeget, at man maa antage, at Elektricitet har atomistisk Bygning, da de forskellige Ioner alle indeholder samme Mængde Elektricitet som Brintionen eller et Multiplum deraf. I Crookes's Katodestraaler fandt man saadanne negative Elektricitetsatomer knyttet til Masser, der kun var ca. $^1/_{2000}$ af Brintatomet (J. J. Thomson). Man maa antage, at disse saakaldte Elektroners Masse alene er af elektrisk Art; thi Massen varierer med Partiklens Hastighed, naar denne nærmer sig Lysets (300,000 km), netop saa meget, som den skulde gøre, hvis Massen var ren elektrisk. Hvis Elektronernes Inerti ikke skyldtes den Modstand, som deres Elektricitet gør mod at sættes i Bevægelse, skulde den være uafhængig af Elektronens Hastighed. Overensstemmelsen mellem den beregnede (Abrahams) og den fundne (Kaufmanns) Masse ved forskellige Hastigheder fremgaar af følgende Tabel. Elektronens Masse (Inerti) i Ro er sat lig 1.

Hastighed:	okm	236000 km	248000 km	259000 km	272000 km	283000 km
beregnet Masse:	1	1,05	1,06	2,0	2,42	3,1
fundon Masse:	1	1,05	1,83	2,04	2,43	3,09

Mærkeligt nok afgiver alle Stoffer i Geisslerske Rør de samme Katodestraaler, altsaa de samme Elektroner. Derved er man bleven ført til at antage, at alt Stof er bygget op af de samme Elektroner (J. J. Thomson). Det bliver derved muligt at forklare Materiens Inerti elektrisk, hvilket nutildags, hvor alt skal forklares elektrisk, er et eftertragtet Maal. Men man mangler rigtignok endnu at forklare Materiens almindelige Tiltrækning ved Hjælp af Elektronteori og Elektricitetens Love.

Digitized by Google

Elektronhypotesen bekræftes ved det mærkelige Faktum, at Katodestraaler, naar Hastigheden ikke er for lille, absorberes lige meget af al Slags Materie, og ved at de ikke absorberede Katodestraaler gaar igennem det absorberede Lag med uforandret Hastighed. Naar man nemlig antager, at Katodestraaleelektroner kun absorberes, naar de rammer en af det absorberede Lags Elektroner, men ellers gaar uforandret igennem, kommer man til disse mærkelige Absorbtionslove. Katodestraaleelektronens Chance for at ramme en af det absorberende Lags Elektroner er nemlig uafhængig af Stoffets Art, da alle Stoffer i samme Vægt indeholder lige mange Elektroner. Det er kun kedeligt, at denne Hypotese daarligt forklarer Absorbtionskoefficientens store Variation med Katodestraalernes Hastighed. Naar Katodestraaler kan gaa gennem 0,03 mm tykke Metalblade, viser det, at Elektronerne i Lagets Atomer lader den meste Plads staa aaben til Passage. Dette fremgaar ogsaa af den Værdi, man har beregnet for Elektronens Størrelse. Man har udregnet, at Elektricitetsmængden e, udbredt paa en Kugle med Radius r, i Følge Elektricitetens Love har en elektrisk Masse, som er $^2/_3 \cdot \frac{e^2}{r}$. Da man har fundet Midler til at bestemme Elektroners absolute Masse og absolute elektriske Ladning, kan man ved denne Formel beregne deres Radius.

$$e = 10^{-20};\ m = 0{,}54 \cdot 10^{-27};\ r = 0{,}8 \cdot 10^{-13}\ \text{cm}.$$

Til Sammenligning vil jeg anføre, at man har udregnet Radius af et Kuldioxydmolekyle til $0{,}15 \cdot 10^{-7}$ cm, og at andre Atomer og Molekyler har lignende Størrelser. Man maa altsaa forestille sig Forholdet mellem Atomets og Elektronernes Dimensioner som mellem Solsystemet og de enkelte Planeter. Elektronerne antages at bevæge sig som Planeterne i bestemte Baner og udsender ved deres Bevægelser de forskellige Slags Lys, som Atomet udsender.

Disse fysiske Hypoteser, som mere udmærker sig ved Dristighed end ved Sikkerhed, vilde modtage en værdifuld Støtte, hvis det virkelig kunde lykkes at omdanne nogle Elementer indbyrdes, som utvivlsomt hører til vore nuværende Grundstoffers Type. Men der kunde dog her være Grund til at bemærke, at der ikke er noget i Vejen for, at Atomerne kunde have en indviklet Struktur uden dog at miste deres absolute Udelelighed og Uforgængelighed. Dette er for Eksempel Tilfældet efter den Hypotese, hvorefter

Digitized by Google

Atomerne bestaar af ringformige Hvirvler (analoge med Ringe af Tobaksrøg) i et usammentrykkeligt Medium uden indre Gnidning; disse Hvirvler kan være kædede ind i hinanden eller være slyngede til indviklede Knuder (William Thomson). Hvis Mediet absolut ingen indre Gnidning har, maa disse Hvirvelknuder være uforgængelige og kan aldrig løses.

Det synes imidlertid dog, som om vore Grundstoffer ikke er uforgængelige.

5. De radioaktive Stoffers Omdannelser.

Det var i 1903, at Ramsay og Soddy meddelte den opsigtsvækkende Nyhed, at det var lykkedes dem at udvinde Helium af Radium. Forsøget er siden mange Gange blevet gentaget og kan ikke betvivles. Saaledes har G. Meyer og Himstedt indesluttet 40 mg Radiumbromid i et Kvartsrør, pumpet Luften ud, destilleret Radiumbromidet fra den ene Ende af Røret til den anden, skyllet ud med Brint, pumpet ud, destilleret tilbage, igen skyllet efter med Brint og pumpet lufttomt. Røret gav saa ikke Heliumspektrum straks, men efter 6 Ugers Forløb viste Heliumspektret sig meget tydeligt.

Den Omdannelse af Radium, ved hvilken Helium dannes, er en meget indviklet Proces. Først dannes en mærkelig selvlysende Luftart, Emanationen, i en Mængde paa ca. 1 mm^3 pr. g Radium pr. Dag. Emanationen har et Spektrum, der er bygget som Argons, Neons og Heliums og viser den samme Mangel paa kemisk Affinitet som disse Stoffer. Ligesom Radium viser det sig altsaa ved sine Egenskaber at slutte sig til Grundstoftypen. Men ogsaa det er ubestandigt. I Løbet af 4 Dage bliver Halvdelen omdannet til ny faste Stoffer. Der dannes efter hinanden Ra A, Ra B, Ra C, Ra D, Ra E, Ra F. Det er Rutherford, der har Fortjenesten af at have klaret disse indviklede Forhold. Det bestandigste af disse Omdannelsesprodukter er Ra D, hvoraf først efter 40 Aars Forløb Halvdelen er forsvunden. Det er et blylignende radioaktivt Stof og blev funden af K. A. Hofmann, som gav det Navnet Radiobly, førend man vidste, at det var et Omdannelsesprodukt af Radium. Ogsaa Ra F kendte man, førend man paaviste, at det var

Digitized by Google

et Omdannelsesprodukt af Radium. Det havde faaet Navnet Polonium. RaF er ret ubestandigt. I Løbet af 143 Dage svinder dets Mængde ind til det Halve. Hvad det omdannes til, vides endnu ikke. Man har gættet paa Bly, men har endnu ikke paavist Dannelse af Bly. Alle disse Omdannelser foregaar med uforanderlig Hastighed, hvad enten Temperaturen er 0° eller 1000°, og hvorledes Radium end er kemisk bundet. Det er i Løbet af disse Omdannelser, at de forskellige Radiumstraaler (α, β og γ) udsendes, og at Helium dannes.

Nu i Sommer har Ramsay udsendt Meddelelse om ny Iagttagelser over Radium*) lige saa epokegørende som hans Paavisning af Dannelsen af Helium.

Af Ramsays tidligere Forsøg følger, at Radiumemanation giver Helium, naar det er blandet med lidt Brint og Ilt. Han mener nu at have vist, at Emanationen i rent Vand omdannes til Neon og i Kobbernitratopløsning til Argon. Og ikke nok hermed, han mener i Kobberopløsningen at have paavist Dannelsen af Natrium og Lithium ved Emanationens Indvirkning. Ramsay indesluttede 1,67 mm^3 Emanation og 0,815 g Kobbernitrat opløst i lidt Vand i et Glasrør. Efter en Maaneds Forløb var dannet 1,67 mg Natriumsalt og 0,00017 mg Lithium. I et samtidigt meget omhyggeligt anstillet blindt Forsøg uden Emanation fandtes 0,79 mg Natriumsalt og intet Lithium.

Ramsay har foreløbig dannet sig følgende Arbejdshypotese. α-Straaler, som bestaar af materielle Partikler, der udslynges med umaadelig stor Hastighed, sprænger ved deres Bombardement Emanationens store Atom til mindre Atomer af samme naturlige Gruppe. Naar Bombardementet foregaar mod Emanationen kun fortyndet med Brint eller Ilt faas det laveste Led i Gruppen, Helium (Atomvægt 4); naar Bombardementets Virkning svækkes ved Vandets tættere Medium, faas næste Led, Neon (Atomvægt 20); og naar store Kobberatomer er til Stede, gaar Sprængningen kun til Argon (Atomvægt 39,9). Naar Kobberatomer rammes af α-Partikler, sprænges ogsaa Kobberatomet til mindre Atomer af samme naturlige Gruppe, til Natrium og Lithium; og da der er saa mange Kobberatomer og kun faa Emanationsatomer, er den dannede

*) Se Fys. Tidsskr. 6. Aarg. S. 6.

Digitized by Google

Mængde Natrium saa meget større end den dannede Mængde Argon.

Man har beregnet, at Halvdelen af et Radiumpræparat bliver omdannet i ca. 2600 Aar. Herefter vil der efter 100000 Aar kun være en Billiontedel af Radiumet tilbage. Da Radium desuagtet findes paa Jorden, maa der stadig blive dannet nyt Radium af et andet Element. Dette Element maa være Uran; thi Uran forekommer altid sammen med Radium; og Forholdet mellem disse Stoffer i Mineraler er altid som 1 til $2{,}6 \cdot 10^6$. Da Halvdelen af Radiummængden forsvinder i 2600 Aar, maa i denne Tid en tilsvarende Mængde dannes af Uran. Det bliver ca. 10^{-10} g Radium pr. g Uran pr. Aar.

Direkte Forsøg paa at vise, at Uran omdannes til Radium syntes først at bevise Urigtigheden af denne Hypotese; saaledes fandt Soddy og Mackenzie, at der af 250 g Uran i Form af Uranylnitrat i Løbet af 600 Dage ikke engang dannedes 10^{-11} g Radium, altsaa ikke engang en Tusindedel af den teoretiske Mængde. Forklaringen paa dette modstridende Forhold er imidlertid funden i nyeste Tid. Uranet omdannes over et Mellemled med lang Levetid til Radium. Dette Mellemled, der har thoriumlignende Egenskaber, har faaet Navnet Ionium. I rent Uran skal først dette dannes, førend vi kan faa Radium. Ionium findes i Thorium, som er fremstillet af Monazitsand, i en Mængde, der svarer til Uranmængden i Monazitsandet; og derfor bliver Thoriumpræparater efterhaanden radiumholdige.

De andre radioaktive Grundstoffer, Thorium og Actinium, undergaar lignende Omdannelser som Radium og Uran.

De vil maaske sige: Ja, disse radioaktive Stoffer, de er nu noget for sig. Vi vil have Lov til at tvivle om Muligheden af Grundstoffernes Omdannelser, saa længe ikke reelle Grundstoffer som Sølv og Guld omdannes. Men de forlanger maaske her mere, end man kan give. Thi det er vel nok Atomernes Sprængning, som bevirker Radioaktiviteten. Disse to Ting er sammenknyttede. Et Grundstofs Radioaktivitet er et Maal for dets Ubestandighed. Og desuden viser de radioaktive Elementer, at de hører sammen med de øvrige Grundstoffer, baade ved deres Spektre og ved, at deres Atomvægte passer ind i det periodiske System — Uran og Thorium ogsaa ved deres Atomvarmer paa 6,6 og 6,4.

Digitized by Google

De radioaktive Stoffers Omdannelser kan absolut heller ikke sidestilles med vore kemiske Processer; thi Omdannelserne forløber med en Hastighed, der er uafhængig af Temperaturen og af Atomets kemiske Bindingsmaade; medens kemiske Processer gennemsnitlig fordobler deres Hastighed, naar Temperaturen blot stiger 10°, og er i høj Grad afhængige af bare Nærværelsen af fremmede Stoffer. Den Energimængde, der bliver fri ved de radioaktive Stoffers Omdannelser, er ogsaa saa meget større end Energiudviklingen ved kemiske Processer, at den bliver af en hel anden Størrelsesorden.

Jeg haaber i det foregaaende at have givet en Forestilling om de vigtigste Anskuelser om Atomernes indre Bygning, som er blevne fremsatte paa videnskabeligt Grundlag. Der hersker i Øjeblikket paa dette Omraade endnu fuldstændig Uklarhed. Der er pludselig kommet saa meget nyt til, at Kendsgerninger og Hypoteser ikke har kunnet ordnes endnu, men udgør et Kaos. Men ud af Forvirringen vil der, det skimter man allerede, komme en ny Opfattelse af de Stoffer, som vi hidtil har samlet under Navnet Grundstoffer, og som vi i Fremtiden ogsaa vedblivende vil forene i en Gruppe, omend maaske under et andet Navn.

De ny Iagttagelser og de ny Hypoteser betyder ikke en Omvæltning af Kemiens tidligere Arbejder, men giver blot Kemien en videre Udvikling, idet den faar ny Omraader at undersøge. Det 19. Aarhundredes vældige kemiske Arbejde vedbliver at være lige værdifuldt, og vor gode gamle Atomteori behøver vi ikke at kaste bort, naar vi blot lader Paastanden om Atomernes absolute Udelelighed falde.

Digitized by Google

Sukkerfabrikationens Historie*).

Af

N. Steenberg.

Fra de ældste Tider har Mennesket sat Pris paa søde Sager, og Ordet „sød“ er blevet et symbolsk Udtryk for det indsmigrende, for det, der frembringer Velbehag. Det første Sødningsmiddel, man brugte, var Honning, og Udtrykket, at der flød Mælk og Honning i et Land, blev benyttet i Bibelen for at betegne, at der herskede Velvære. Det første egentlige Sukker blev fremstillet af Sukkerrøret, en Græsart, der voksede i Forindien, og som bliver 3 á 6 Alen højt. Saften indeholder ca. 16 % Sukker, og den blev nydt ved festlige Lejligheder i dette Land. Efter Aleksander den Stores Felttog til Indien beretter hans Hærførere, at der dèr voksede et Siv, som gav Honning uden Biernes Hjælp. Man har sikkert ogsaa kunnet inddampe Saften til fast Sukker; thi Navnet Sukker stammer fra det indiske Ord „sakkara“, der betyder Grus-Smaasten.

Omtrent Aar 500 har Dyrkningen af Sukkerrøret forplantet sig til Persien. I Byen Gandisapur, der laa ved Eufrat, fandtes et kristent Kloster og en Klosterskole, hvor navnlig Lægekunsten dyrkedes. Der fandt et livligt Samkvem Sted mellem denne Skole og indiske Læger, og derigennem er Sukkerkulturen naaet herind. I Persien bredte Dyrkningen sig stærkt, og Sukkerfabrikationen gjorde Fremskridt. Man renseđe Raasukkeret ved at opløse det, klare Opløsningen med Mælk og atter inddampe den. En af de fremstillede Varer kaldtes Tabarsad — det Øksehuggede, hvad der tyder paa, at det var haardt og sprødt. Da Kejser Heraklitus i Aar 627 erobrede den persiske Konges Sommerslot, gjorde han til Bytte foruden andre Kostbarheder, en ikke ringe Mængde Sukker.

Araberne erobrede Persien 640, og dette Folk, der altid med stor Dygtighed forsøgte at fremme Næringslivet i de erobrede Lande, søgte at udbrede Dyrkningen af Sukkerrøret, der gav større

*) Foredrag holdt i Selskabet for Naturlærens Udbredelse.

Digitized by Google

Udbytte end andet Agerbrug. Jorden, der anvendtes hertil, kunde svare højere Skat. Flere Provinser betalte Skat i Sukker, og i Aaret 800 betalte saadanne fra 20,000 til 50,000 ℔ i Skat. Ved Kalifernes Hof ødsledes der med det, og de arabiske Læger anvendte det meget. Dyrkningen blev udbredt til Syrien, Palæstina og senere til Ægypten, da dette Land erobredes. Her boede et Folk, som var i Besiddelse af mange kemiske Kundskaber og en gammel teknisk Kultur, og her naaede Dyrkningen af Røret og Rensningen af Sukkeret langt frem.

Man pressede Røret ved Valser, drevne af Okser, man brugte Kalk til Rensning af Saften, og man inddampede denne ved at brænde de udpressede Rør. Den indkogte Saft blev henstillet til Krystallisation i Lerforme, og man lærte at skaffe et hvidere Sukker ved at lade den mørkere Sirup dryppe fra og udvaske den ved Dækning. Man frembragte endog store Krystaller i Lighed med vor Kandis. Udbyttet af rent Sukker var kun 20 % af Raasukkeret. Sukkeret blev til en Handelsvare, der udførtes i betydelige Mængder. Venedig modtog sin første Ladning ved Aar 1000, og arabiske Skibe førte det til Asien, hvor det f. Eks. i Kina blev saa yndet, at Hoffet indkaldte ægyptiske Mestre for at lære at fremstille det. Røret havde man kendt der fra Aar ÷ 200. Naturligvis førte Maurerne Sukkerkulturen med sig under deres videre Fremtrængen langs Nordafrika til Spanien. Her dyrkedes det stærkt, og i spanske Skrifter fra den Tid omtales Behandlingen og Fabrikationen.

Under Korstogene blev Europæerne bekendte med Sukkeret, og Brugen bredte sig. Aar 1200 besynger en tysk Digter det, og Aar 1300 tildeler en tysk Kogebog det Plads ved Madlavningen.

Fra Spanien bragtes det af den portugisiske Prins Henrik den Søfarende til Madeira og til de kanariske Øer, og Sukkeret herfra førtes til Lissabon og til Antwerpen. Paa sin anden Rejse førte Kolumbus det med til Vestindien. Her slog Dyrknigen godt an og bredte sig efterhaanden til Meksiko og til Sydamerika, navnlig til Brasilien, og Sukkeret blev snart Hovedudførselsartiklen fra disse Lande. Et mørkt Punkt i Sukkerets Historie er det jo, at det gav Anledning til Negerslaveriet og Slavehandelen, der i 300 Aar var en Skændsel for Menneskeheden. Da Tyrkerne i Aar 1500 erobrede Landene om det østlige Middelhav, faldt hele Sukkerdyrkningen

Digitized by Google

sammen her. Dette Folk har aldrig forstaaet at administrere, og Landene under dets Herredømme er stedse blevne fattige og forarmede. Sukkeret dyrkedes endnu i Spanien og paa Sicilien; men Hovedmassen kom som Raasukker fra Amerika. Det var klæbrigt, og meget af det blev renset i Europa, hvor der anlagdes Raffinaderier 1573 i Augsburg, 1597 i Dresden og 1620 i København. Da Kaffe, Te og Chokolade blev almindelige Nydelsesmidler, voksede Brugen stærkt. Arbejdsmaaden i Raffinaderierne blev efterhaanden betydeligt forbedret, i 1800 begyndte man at koge med Damp, og i 1813 opfandt den engelske Adelsmand Howard Vacuumapparaterne. Hvor stort et Fremskridt dette betød, ses bedst af, at han ved at leje Retten ud til at bruge Patentet erhvervede sig en aarlig Indkomst paa 60,000 £ (ca. 1 Mill. Kr.)

Sukkerforbruget var i

1730	750	ton (1 ton = 1000 kg.)
1750	1250	—
1800	2500	—

Prisen var i

1260	7	Kr. pr. ℔
1500	2	- - -
1800	1,4	- - -

I 1746 viste den tyske Kemiker Marggraf, at Roer indeholdt samme Art af Sukker som Sukkerrøret, og en af hans Elever Achard, der blev hans Efterfølger som Præsident for Videnskabsakademiet i Preussen, arbejdede utrætteligt for ved Dyrkningen af Roer at gøre Sukkerindustrien til en hjemlig Industri. I Skrift og Tale agiterede han derfor, og i 1807 lykkedes det ham at faa anlagt en Fabrik; men det gik kun daarligt. Der hører stort Arbejde og store Kapitaler til at indarbejde en ny Industri fra Laboratorieforsøg, og Fabrikationen bragte Tab. Statsmyndighederne indsaa imidlertid de Fordele, som kunde vindes for Landet herved; de traadte til og opretholdt Fabriken som en Læreanstalt for Roesukkerfabrikationen. I England blev man ængstelig. Gennem sit voksende maritime Herredømme havde denne Stat efterhaanden tilegnet sig Sukkerhandelen fra Kolonierne, og der blev til forskellige Tider budt Achard store Summer for at holde op med sin Agitation og desavuere sine tidligere Udtalelser. Det er en Hæder

Digitized by Google

for den fattige Achard, hvis Arbejde først langt senere er blevet tilbørligt skattet i hans Fædreland, at han modstod disse Fristelser.

Det var Politik, der bragte Roesukkeret frem. I 1806 paabød Napoleon Kontinentalafspærringen, og Sukkeret var saa udelukket fra Europa. Priserne steg højt, og de bestaaende Roesukkerfabriker arbejdede med Fordel. I Frankrig læste man med Iver Achards Skrifter, og adskillige Fabriker anlagdes der, deriblandt fire kejserlige. Allerede 1814 faldt Napoleon, og den franske Nation forlangte Sukkerafspærringen hævet. Fabrikerne fik nok en Beskyttelsestold, men den kunde ikke holde dem oppe, og de fleste blev nedlagte. Enkelte vedblev, og det blev betragtet som en Æressag for Nationen at opretholde denne Industri. Videnskabsmænd og Teknikere lagde et betydeligt Arbejde i Sagen, og den franske Industri hævede sig betydeligt over den tyske. De saaledes vundne Fremskridt gik igen til Tyskland og bragte nyt Liv tilveje her, ligesom de ogsaa fremkaldte Sukkerindustri i Rusland.

Det er jo en stor Fordel for et Land gennem sit eget Agerbrug og ved egne Fabriker at kunne frembringe en Vare, der tidligere er hentet fra Udlandet, og navnlig naar Agerbruget derved bliver ydelsesdygtigere. Jorden maa ved Roedyrkningen behandles omhyggeligere, gødes stærkere end ved andre Frugter. Roerne maa holdes rene for Ukrudt og Jorden renses, altsaa Brakken kan undværes eller betydeligt indskrænkes. I Tyskland indvirkede Skattesystemet ogsaa i høj Grad fremmende paa denne Kultur.

Sukker var fra Begyndelsen en kostbar Luksusartikel, og den var derfor overalt belagt med Told. Efterhaanden som Forbruget alligevel steg betydeligt, fik Sukkertolden Betydning som en Indtægtspost for Staten. Da Sukkeret frembragtes i Landet selv, blev det beskattet, og man lagde i Tyskland Skatten paa Roerne. Derved blev Fabrikerne i høj Grad interesserede i, at Roerne blev mere sukkerholdige, og at Fabrikationen vandt det mest mulige ud af dem.

Roen er en toaarig Plante. Roefrøet saas om Foraaret og Planterne er fuldvoksne og stærkest sukkerholdige om Efteraaret. Næste Foraar skyder Roen en Stængel op, der bærer Blomster, og Frøet modnes i Somrens Løb. Af det første Aars Høst kan man samle de bedste. Man kan endog udbore en Prop af en saadan Roe og undersøge Indholdet af Sukker og af andre Stoffer. Paa den Maade

Digitized by Google

kan man udvælge de bedste og sukkerholdigste Roer og næste Foraar udplante dem, saa at de giver Frø. Dette saas igen, og efter 4 Aars Forløb har man da Frø nok til Udsæden. Gennem en saadan Udvælgen og gennem forbedrede Apparater og Fremgangsmaader naaede man langt frem. I 1836 gav Roerne 5,5 % og i 1906 14,7 %.

Imidlertid medførte denne Skattemetode ogsaa Ulemper. Naar Sukkeret førtes ud af Landet, blev den erlagte Told tilbagebetalt, og naar denne var beregnet efter et Udbytte af 8 ℔ Sukker pr. 100 ℔ Roer, og der blev indvundet 12 ℔, fik Fabriken $1^1/_2$ Gange den erlagte Told tilbagebetalt. Sukkerfabrikationen voksede saa stærkt, at Tyskland frembragte 3 Gange saa meget, som det selv brugte, og maatte udføre store Mængder til England, hvor det solgtes meget billigt. Under disse Omstændigheder forsvandt Sukkertolden, og Staten mistede en væsentlig Indtægt. Man vedtog da at forandre Systemet, saa at Tolden opkrævedes af Sukkeret selv, og for at Industrien ikke pludselig skulde gaa til Grunde, indførte man et foreløbigt Præmiesystem, saaledes at Staten betalte en Sum til Fabrikerne, som disse delte efter deres Udførsels Størrelse.

I England var Sukkerpriserne faldne stærkt, og Kolonierne truede med at hensygne. Da blev det paa en Kongres i Bryssel i 1902 bestemt, at ingen Stat, som udførte Sukker, maatte give dette Præmie, Man vilde derved opnaa at stille Kolonierne gunstigere, og man haabede paa, at Forbruget indenfor de sukkerudførende Lande derved vilde stige. Det slog ogsaa til; i Tyskland steg Forbruget paa Grund af, at Priserne i Indlandet faldt, fra 24 til 36 ℔ pr. Aar for hver Indbygger.

I Danmark gjordes der i 1830 et mislykket Forsøg paa at lave en Sukkerfabrik paa Langeland. I 1873 forenede nogle af vore store Landejendomsbesiddere sig med Bankdirektør Tietgen og Fabrikejer Hagemann om at skabe en Roedyrkning og Sukkerindustri. Skønt Agerdyrkerne længe holdt sig tilbage, slog Foretagendet omsider igennem, og vi har nu 27000 Td. Land under Kultur og Roerne bearbejdes i 7 Fabriker. Roekulturen fordrer 3 Gange saa megen Arbejdskraft som Sæd, og denne Arbejdskraft har det været vanskeligt at skaffe tilveje; der arbejdes fra Maskinindustriens Side paa at konstruere Maskiner, der kan udføre de

Digitized by Google

paagældende Arbejder og saaledes formindske den nødvendige Arbejdskraft.

Som man kunde vente, er de forbedrede Fabrikationsmetoder ogsaa udvandrede til Kolonierne, og Sukkerrøret giver i Reglen større Udbytte end Roerne. Middeludbyttet pr. Td. Land er i Tyskland 2,4 T. (1 Ton = 2000 ℔) og Maksimum-Udbyttet 4,8 T. Paa Java er Udbyttet 5,5 T. og paa Hawai er Maks.-Udb. 18,5 T. og mange Steder i Kolonierne kan der produceres mange Gange mere end nu. Knapt 1 % af Javas Jord er saaledes under Sukkerkultur. Ialt produceres der for Øjeblikket 23000 Millioner ℔. — Produktion og Forbrug er fordelt saaledes:

	Produktion		Forbrug	Forbrug
	Roesukker Millioner ℔	Rørsukker Millioner ℔	Millioner ℔	pr. Individ ℔ aarlig
England	—	—	3440	80
Forenede Stater	—	1000	5920	70
Danmark	132	—	166	64
Frankrig	1472	—	1330	34
Tyskland	4314	—	2040	36
Belgien	558	—	210	30
Østrig	2668	—	972	20
Rusland	2900	—	1800	14
Italien	—	—	—	6
Sverrig	316	—	—	—
Kuba	—	3040	—	—
Java	—	1900	—	—
Portoriko	—	510	—	—
Hawai	—	790	—	—
Vestindien	—	1040	—	—
Sydamerika	—	1080	—	—
Philippinerne	—	280	—	—
Afrika	—	600	—	—
Australien	—	600	—	—
Spanien	—	60	—	—
Sct. Croix	—	28	—	—

Man paastod tidligere, at Sukkerforbruget var et Maal for Velstanden, og det ser jo ud, som om denne Paastand ikke er helt gal.

Digitized by Google

Anmeldelser.

F. Barmwater: Lærebog i Magnetisme og Elektricitet. (Gyldendalske Boghandel. Nordisk Forlag. 2. Udgave 1906. 161 Sider. Pris 3,50 Kr.) Anmeldt af Absalon-Larsen.

Ovennævnte Bog er et Led i Rækken af en Samling Lærebøger i Fysik til Brug for Gymnasiets matematisk-naturvidenskabelige Afdeling samt for den polytekniske Læreanstalts Forberedelseskursus. Den falder i et kort Afsnit om Magnetisme og et Afsnit om Elektricitet, der er delt i følgende Underafdelinger: 1) Hvilende Elektricitet, 2) strømmende Elektricitet, 3) Induktion, 4) Termoelektricitet og 5) et Tillæg, der hovedsagelig omhandler elektriske Svingninger og Bølger, Udladninger i fortyndet Luft, Radioaktivitet og atmosfærisk Elektricitet. Rundt om i Bogen er indføjet Øvelsesopgaver til Forsøg eller Beregning. Tillægget og Opgaverne udgør hovedsagelig det nye i denne 2. Udgave, men Bogen er iøvrigt ret stærkt omarbejdet, da den nu ikke mere fremtræder som et Supplement til K. Prytz' Naturlære, men som en selvstændig Bog, og gør i det hele taget i sin nye Skikkelse et særdeles tiltalende Indtryk.

Man kunde dog ønske, at Forfatteren havde anvendt mere Omhu paa Bogens Udarbejdelse, navnlig i formel Henseende.

Side 1 i Afsnittet om Magnetisme benyttes som Overskrift: „Coulombs Lov. Mængder af Magnetisme". Side 15 i Afsnittet om hvilende Elektricitet benyttes i det ganske analoge elektriske Tilfælde Overskriften: „Coulombs Lov. Den absolute elektriske Enhed". Der kunde i de to Tilfælde være benyttet ensartede Overskrifter.

Side 54 findes under Overskriften „Ohms Lov" først en længere Udvikling om Joules Lov. Først derefter kommer en Fremstilling af Ohms Lov, der er af saa stor Betydning, at den ikke burde gemmes bag Joules Lov.

Et „Tillæg" er egentlig en Meningsløshed i en stærkt omarbejdet Udgave; Overskriften over dette Afsnit burde svare til Indholdet.

Digitized by Google

Ved en Sammenstilling af samtlige Overskrifter i en Indholdsfortegnelse vilde disse og lignende formelle Fejl i Tide være blevne bemærkede.

Af Smaafejl skal jeg nævne: „To ensartede elektriske Legemer" Side 15, hvor der menes „to ensartet elektriske". Side 56 beskrives et sammenlignende Forsøg over Varmeudviklingen i „en tynd Kobbertraad og en Jærntraad", og det meddeles, at Varmeudviklingen er betydeligt større i Jærntraaden end i Kobbertraaden. Det omvendte kan ligesaa godt tænkes at blive Tilfældet, thi der er ikke opgivet noget om Dimensionerne. I en Sporvejsluftledning er Varmeudviklingen f. Ex. meget større end i Skinnerne, der dog fører samme Strøm.

Side 126 meddeles nogle Iagttagelssr over en Hyldemarvskugles Udslag ved forskellige Spændinger fra 12000 til 35000 Volt, og der tilføjes: „Opføres Resultaterne paa Koordinatpapir..., grupperer de sig meget pænt om en ret Linie, saa at Udslaget altsaa kan regnes proportionalt med Spændingen". Heri er to Fejl. For det første vil en ret Linie kun angive Proportionalitet, hvis den gaar gennem Begyndelsespunktet, og for det andet viser selve de anførte Tal, at Udslaget er proportionalt med 2. Potens af Spænding lige op til 20000 Volt og først derefter saa smaat begynder at afvige fra den kvadratiske Lov.

Den Fremstilling, der Side 40 er givet under Overskriften „Elektromagneter", indeholder forskellige Unøjagtigheder, som jeg kun skal komme ind paa, fordi jeg har truffet paa dem ogsaa i andre danske Lærebøger.

I det umiddelbart foregaaende Stykke er rigtig bestemt den magnetiske Kraft F, som optræder indeni en lang Solenoide. I dette Stykke meddeles nu, at naar man stikker en Jærnstang ind i en Traadrulle, hvorigennem der gaar en Strøm, bliver Jærnet magnetisk. Gaar der gennem hver Kvadratcentimeter af Jærnet B Kraftlinier, kan man skrive $B = \mu F$, hvor F er den ovenomtalte magnetiske Kraft. μ er da Permeabiliteten, der udtrykker Jærnets Evne til at lede magnetiske Kraftlinier, idet 1 Kraftlinie i den tomme Solenoide bliver til μ Kraftlinier i Jærnet.

Dette lyder ret bestikkende, men er ikke destomindre ganske forkert. Det vil i alle praktisk forekommende Tilfælde være nødvendigt at tage Hensyn til den magnetiske Kraft, som hidrører fra

Digitized by Google

Jærnets frie Poler. At det ikke drejer sig om Smaating, vil følgende Talexempel vise: Inden i en lang Solenoide lader vi Strømmen frembringe en magnetiserende Kraft paa 30 [C. G. S.]. En Stang af blødt Jærn, der er afdrejet som en Omdrejningsellipsoide 50 cm. lang 1 cm. i Diameter paa det tykkeste Sted, anbringes indeni den flere Gange længere Solenoide. Induktionen i Jærnet antages at naa 12000 [C. G. S.]. Den fra den frie Magnetisme hidrørende afmagnetiserende Kraft vil da, som en Beregning viser, beløbe sig til 17,4 [C. G. S.]. Den resulterende magnetiserende Kraft bliver 30 — 17,4 = 12,6 og Permeabiliteten = 953, medens man, naar intet Hensyn tages til Jærnets frie Poler, finder Permeabiliteten = 400.

Det er derfor ganske nødvendigt at gøre opmærksom paa den store Rolle, som Jærnets frie Magnetisme spiller for Magnetiseringen af en i en Solenoide anbragt Jærnkærne.

Side 41 omtales ogsaa den frie Magnetisme paa Endefladerne, men kun i den Sammenhæng, at den bevirker Afmagnetisering, efter at Strømmen er brudt. I Modsætning hertil siges det om en fuldstændig lukket, beviklet Jærnring (Fig. 27), at „Magnetiseringen vil holde sig, efter at Strømmen er afbrudt", og om et omtrent lukket magnetisk System, som faas ved at bevikle et hesteskoformet Stykke Jærn og lægge et Stykke blødt Jærn som Anker over Enderne, siges det, at „en stor Del af Magnetismen vil bibeholdes", efter at Strømmen er brudt.

Meningen er med faa Ord: I en lukket Ring holder Magnetiseringen sig fuldstændig, i en omtrent lukket Ring holder den sig for en stor Del, men i en Stang forsvinder den ganske, naar Strømmen brydes.

Man faar af den hele Fremstilling det Indtryk, at saalænge Strømmen er sluttet, spiller den frie Magnetisme ingen Rolle, naar derimod Strømmen brydes, er det alene den frie Magnetisme, der bringer Jærnet tilbage til den magnetiske Tilstand. Dette sidste er ligesaa urigtigt som det første. Selv ved den fuldstændig lukkede Ring bliver højst ca. Halvdelen af Magnetismen tilbage, naar Strømmen brydes, idet Smaamagneterne ogsaa uden ydre Paavirkning søger tilbage til deres Ligevægtsstilling, som de dog paa Grund af Hysteresen ikke naar fuldstændig.

Der kunde maaske nok findes enkelte andre Indvendinger

Digitized by Google

imod Bogen, men bortset derfra er det iøvrigt en god Bog. Fremstillingen er tydeligt nok præget af den øvede Lærer, der giver tilpas kort og dog klar Besked, men som ganske vist heller ikke er saa nøjeregnende med saadanne smaa Ukorrektheder og Underforstaaelser, som lettere tilgives ved den mundtlige Undervisning, end naar man ser dem paa Tryk.

Jul. Petersen: Kemi for Gymnasiet. (Gjellerups Forlag, København. 1907. 162 Sider. Pris Kr. 3,50.) Anmeldt af Emil Wesche.

Bogen omfatter det Pensum, som ifølge Anordn. 1. Decbr. 1906 tænkes læst i Gymnasiet. Den bygger paa, at der er lært saa meget Kemi i Mellemskolen, som svarer til Forf.s Bog for denne.

I Indledningen gøres kort Rede for, hvad et Grundstof er, og navnlig, at det er et relativt Begreb, saa at Antallet er svingende gennem Tiderne og de forskellige Opfattelser. Ved en Række gode Øvelseseksempler (Repetition af nogle af Grundforsøgene fra Forf.s Kemi for Msk., til hvilken der findes en Del Henvisninger, Reduktion af Kupro- og Kuprioxyd, Elektrolyse af Saltsyre og Reduktion af Klorbrinte med Natrium) paavises de simple Vægt- og Rumfangsforhold ved kemiske Forbindelsers Dannelse. Daltons og Avogadros Love anføres, og det vises, hvorledes Molekylar- og Atomvægtene kan findes. Her regnes foreløbig med Forholdet 1 : 16 for Brint og Ilt, saaledes at de Tal og Beregninger, som fremkommer, ikke kan forøge Vanskelighederne ved at forstaa Systemet. I det følgende indføres det nyere og rigtigere Forhold $1{,}008 : 16$, og en Tabel over de vigtigste Atomtegn og -tal angiver Atomvægtene med 1 Decimal paa Grundlag af $O = 16$.

Under „Den kemiske Ligning" illustreres først Loven om Materiens Konstans ved nogle gode Øvelser; Ligningens Betydning og Anvendelse klarlægges ved 4 Eksempler paa „støkiometriske" Beregninger; først de simpleste: Vand, Vandmængden i Soda, Magnesia, og som fjerde: Zink, Svovlsyre og Brint ved Brintudviklingsprocessen.

Efter denne Indledning behandles de vigtigste Metalloïder

Digitized by Google

paa 66 Sider. Først naturligvis Brint, Ilt (og Vand), derefter Halogenerne (alle 4), Svovl-, Kvælstof- og Silicium-Gruppen. I den sidste Gruppe er under Kulstof indskudt hele den organiske Del: Kulbrinter, Alkoholer, Aldehyder og Ketoner, Syrer, sammensatte Æterarter, Kulhydrater. Derefter afsluttes Gruppen med Silicium og Tin.

Til Metalloiderne findes en udmærket og fyldig Række Øvelser. Blandt disse er der f. Eks. de 7, som danner Indledningen til Valens (under Brint). I et simpelt Luftudviklingsapparat fremstilles Brint af afvejede Mængder Mg, Zn og Al med tilpas fortyndede Syrer. Brinten opsamles i et 500 cm. Maaleglas over Vand. De aflæste Rumfang og afvejede Metalmængder omregnes til Atomvægte. Resultaterne:

1	Atom	Mg	erstatter	2,07	At.	Brint
1	—	Zn	—	2,02	—	—
1	—	Al	—	2,98	—	—

maa kaldes udmærkede ved saa simpel en Fremgangsmaade.

Kulstofforbindelsernes Afledning er fremstillet klart og tilstrækkelig udførligt. Mannit er medtaget, vel af systematiske Grunde, for at vise Sammenhængen mellem Paraffiner og de simplest byggede Kulhydrater. I dette Afsnit findes kun 2 egentlige Øvelser (Jodoform, Eddikeæter).

Metaller og deres Forbindelser er behandlede paa 38 Sider. Alle de vigtigste er medtagne ordnede i de almindelige Grupper, og Behandlingen er i det hele passende fyldig. I dette Afsnit er der kun direkte anført nogle enkelte Øvelser, da her, som Forf. gør opmærksom paa i Fortalen, lette Øvelser frembyder sig af sig selv.

Bogens sidste Afsnit er et Tilbageblik, som samler en Del af det tidligere lærte og erfarede under fælles Synspunkter og, med Tilføjelse af en Del nye Forklaringer og kemiske Omsætninger, giver Hovedtrækkene af den fysiske Kemis Resultater.

Grammolekyle og Normalrumfang defineres og oplyses ved Eksempler. Under Vand omtales kort Krystallisation, og de reciproke Processer forklares ved Jærns Forhold overfor Vanddamp ligesom Massevirkningsloven anvendt herpaa.

Gruppeegenskaberne gennemgaas, hvorved der under Kvæl-

Digitized by Google

stof bliver Lejlighed til at gøre Rede for Dissociation, oplyst ved Kvælstofoveriltets varierende Vægtfylde og Ammoniumklorids Forhold ved Ophedning, saavel i fast som opløst Tilstand. Henrys Lov vises anvendt paa den i Vand opløste Luft; Forskellen mellem Syrerest og -radikal forklares, ligesom Betydningen af Konstitutions- og empiriske Molekylærformler udvikles nærmere med Anvendelse paa de almindelige Iltsyrer.

Under Afsnittet Metaller omtales kort de elektrolytiske Forhold og Jonerne. Magniummetallernes ejendommelige Forhold overfor Ammoniakvand og Ammoniumforbindelser forklares udførligt som Resultater af reciproke Processer.

Det periodiske System opstilles og omtales paa et Par Sider, idet der kort gøres Rede for dets Fortrin og Mangler.

Derefter omtales Baser, ufuldstændige Anhydrider og de forskellige Slags Salte med Angivelse af rationelle Formler for typiske Eksempler.

Det sidste Stykke af Bogen omhandler Opløsninger. Efter at Raoults Lov om den molekylære Frysepunktssænkning og Kogepunktsstigning er forklaret, vises ved et Eksempel Anvendelsen til Bestemmelse af Rørsukkerets Molekylarvægt. Hertil sluttér sig saa Forklaring af Arrhenius's elektrolytiske Dissociationshypotese og nogle Jon-Reaktioner, og Loven om Opløselighedsproduktet godtgøres ved et Par Øvelser med mættede Opløsninger (Natriumklorid, Kaliumklorat). Endelig paavises Nevtralisationsvarmen ved 3 Mætningsforsøg (Natriumhydroxyd med henholdsvis Saltsyre, Svovlsyre og Salpetersyre), hvor der anvendes et meget simpelt Apparat, idet Kalorimetret blot bestaar af 2 Bægerglas, det ene hængende inden i det andet. Selv om Resultaterne (naturligvis) er for lave, henholdsvis 6,6—13,4 og 6,6 pCt.*), maa man give Forf. fuldstændig Ret i, at de giver en god Forestilling om Forholdene. Bogen slutter med 2 Øvelser over Syrers relative Styrke, som forbereder Forklaringen af Jul. Thomsens Aviditetsprincip. I en Tabel er de vigtigste Syrers Aviditetstal jævnførte med Kalorietallene for Nevtralisationsvarme.

*) Det er forresten mærkeligt, at medens Resultaterne for Saltsyrens og Salpetersyrens Vedkommende stemmer nøjagtigt indbyrdes, er Varmetabet ved Svovlsyren over dobbelt saa stort. Er dette mon blot en Tilfældighed?

Digitized by Google

Efter Forfatterens udmærkede Bog for Mellemskolen maatte man imødese den foreliggende Bog med en Del Forventninger, tilmed da dette Arbejde maatte antages at ligge hans sædvanlige Arbejdsfelt nærmere end det første. Og Bogen har ikke skuffet, saa vidt man kan vurdere en praktisk Lærebog, inden man endnu har gennemprøvet den. For Hovedindholdet er der ovfr. gjort Rede. Fremstillingen er klar og roligt fremadskridende uden paa noget Punkt at være kedelig, idet de indstrøede Øvelser (som er mærkede med udhævet Tryk i Margen) giver passende Hvilepunkter. Og disse Øvelser, som jo skal være Støttepillerne for Tilegnelsen af Stoffet, maa siges at være udvalgte med stor Skønsomhed, beskrevne tilpas udførligt og i det hele ikke vanskelige. De fleste kan udføres af alle Hold samtidigt, nogle enkelte kræver saa dyre Apparater, at de vel de fleste Steder maa udføres som Omgangsøvelser.

Medens der i de fleste Afsnit findes Øvelser i passende Antal, kan dette ikke siges om den organiske Del, hvor der, som ovfr. berørt, kun findes 2 Øvelser, Jodoform og Eddikeæter, og 1 Henvisning til Kemi for Msk. (Sæbe). Det er noget magert, men det er maaske ret umuligt at finde flere tilstrækkeligt simple Forsøg, som paa fyldestgørende Maade kan underbygge de teoretiske og grafiske Forklaringer af Kulstofforbindelsernes Syntese.

Bemærkninger:

S. 5. Da alle de nuværende Grundstoffer er nævnte, burde vel Europium være medtaget. Det findes anerkendt i Listen for 1906.

S. 7. Opløsninger er (som almindeligvis) henført under Mekaniske Blandinger. Vilde det ikke være rigtigere at opføre baade flydende og „faste“ Opløsninger (Legeringer) som en Overgangsform mellem kem. Forb. og mek. Bl. Kriterierne: Varmetoning og (efter Dissociationsteorien) forandrede Egenskaber viser dog hen imod den første Gruppe, og selv Blandingsforholdet er jo ikke altid helt vilkaarligt, f. Eks. for Æter og Vand. Ikke mindst gælder alt dette Legeringer. Noget af det burde vist være omtalt i Tilbageblikket.

S. 15. De kemiske Tegn. Det havde været heldigt at fremhæve, at en Faktor foran en kem. Forb. gælder alle Atomerne. Eleverne er ikke vante til, at f. Eks. 3 a b c betyder 3 a + 3 b + 3 c

Digitized by Google

S. 24. Valens. Forsøgene med det divalente Zn. burde komme før det tvivalente Al.

Da Eleverne ikke kan Græsk, burde Rækken: „mono,. di, trivalente" være fortsat med tetra, penta, hexa og hepta, idet der senere bliver Brug for disse Betegnelser.

Her og andre Steder er Udregningerne opstillede som Proportioner. Selv om Resultatet bliver det samme, er det ikke korrekt at sætte Rumfang i Tæller og Vægt i Nævner.

S. 25. Flammer. Auerbrænderen burde være omtalt.

S. 30. Vandindhold. Nogle bestemte Tal til Sammenligning, f. Eks. for Soda, Kød, Mælk o. s. v., havde været lærerige.

S. 31. Vandets Syntese. Evdiometerforsøget er gentaget her, men det havde været tilstrækkeligt at henvise til S. 9, hvor det findes som Øvelse.

S. 34. Ø. 1. „Klorbrinte ledes ned i Vand." Der henvises til Udviklingsapparatet S. 10. Skilletragten bør dog ombyttes med en Sikkerhedstragt, for at Vandet ikke, ved svag Udvikling, skal suges tilbage i Apparatet.

S. 43. Svovlsyrlinganhydrid. „Ristning" og „katalytisk" er ikke nærmere forklarede. Flydende Svovlsyrling kunde være omtalt.

S. 48. Ammoniak. „brændt" mangler foran Kalk.

Ø. 1. Det forklares ikke, hvorfor der skal tilsættes lidt Vand til Blandingen (Salmiak og Melkalk). Forsøget bliver derved mindre „rent", da Vanddannelsen gærne skulde konstateres.

S. 56. Arsen. Giftighed er kun anført for Arsentrioxyd. Det burde være nævnt, at alle Forbindelserne er mere eller mindre giftige.

S. 60. Kulstof. „Karbider" er ikke omtalt her.

S. 62. Kuldioxyd „opstaar ved Aandedrættet" bør vel hedde „udskilles".

Ved kunstige Mineralvande bør staa 3—8 Atm. Tryk.

S. 63. Kulilte. Er Kuliltes Opstaaen ved ufuldstændig Forbrænding ikke altid en sekundær Proces? Saaledes at man bør skrive: „Kulilte dannes ved, at Kuldioxyd kommer i Berøring med glødende Kulstof, og den opstaar derfor ved Forbrænding af Kul i Underskud af Ilt eller Luft".

S. 69. Tjærefarver (Anilinfarver) er ikke nævnt.

Digitized by Google

S. 70. Fuselolie, o. s. v. skulde staa efter Omtale af Destillationen.

Kloroform. At det er et vigtigt Opløsningsmiddel, f. Eks. for Kautsjuk, burde vel være nævnt.

S. 71. Jodoform. Her er et af de faa Punkter, hvor Fremstillingen ikke er rigtig klar. Det angives, at „Jodoform dannes ved Opvarmning af Alkohol med en fortyndet Opl. af K O H og J". Men i den tilhørende Øvelse sker Dannelsen ved at sende en elektrisk Strøm gennem en Blanding af Vinaand, K J og $Na_2 C O_3$. Selv om Processen ikke kan forklares helt, vilde dog en Ligning eller nogen Antydning af, hvad der kan tænkes at foregaa, have været paa sin Plads.

S. 76. Myresyre. Der mangler Henvisning til Kulilte (S. 63).

S. 80. Reduktion med Fehlings Vædske. Fremgangsmaaden er ikke omtalt. Henvisning til Vinsyre (S. 77) vilde have bødet noget herpaa.

Den empiriske Formel nævnes her (som Modsætning til de forud fremstillede rationelle Formler). En kort Omtale af, hvorledes den findes, havde maaske været paa sin Plads her eller i Tilbageblikket.

S. 95. Ammoniumkarbonat optager over en halv Side, idet de forskellige Omdannelser af Saltet (Ammoniumkarbominat, o. s. v) under Fremstillingen er omtalt udførligt. De forskellige Omsætninger og Ligninger er naturligvis gode til Øvelse, men da Aminsyrer slet ikke er omtalte i den org. Kemi, maa man vist hellere udelade disse ret vanskelige og specielle Ting.

S. 96. Cement skulde først omtales efter Kalciumhydroxyd.

S. 107. Smeltepunkter mangler for Jærngruppens Metaller.

Jærnets Udvinding er behandlet temmelig kort, sammenlignet f. Eks. med Kobbers. Om Indblandingernes Betydning (navnlig Kulstoffets) findes intet, og Slagge er ikke nævnt.

S. 113. Kaliumdikromat. At det er et vigtigt Iltningsmiddel burde være nævnt.

S. 118. Sølvnitrats Betydning som Reagens paa Cl. er ikke fremhævet.

Medens Sproget næsten overalt er klart og letforstaaeligt, er Forfatteren nogle Steder henfaldet i ganske urimelig lange Sæt-

Digitized by Google

ninger. S. 16 Øvelse 2 er f. Eks. 1 Sætning paa 9 Linier, og paa S. 17 findes en Sætning paa 8 Linier. Der er 10 Verber i den Sætning, hvoraf adskillige aktive, saa der er ikke saa lidt at holde sammen paa. S. 26 L. 5 f. n. og flg. er ogsaa noget indviklet med de mange i'er.

Om det er heldigt at bruge Udtrykket: „at fælde en Opløsning" med Vinaand el. lign. (S. 108), er jeg ikke sikker paa. Logisk er det i al Fald galt, men det kan maaske hævdes som Sprogbrug.

Den typografiske Udstyrelse er god. Trykket er klart; kun paa enkelte Steder, hvor Formlerne er lange, træder Ligningerne ikke helt tydeligt frem. Af Trykfejl har jeg kun truffet 3 (ganske uvæsentlige). Hertil maa dog maaske ogsaa regnes den Lampe, som Tegneren har anbragt under Kalorimetret (Fig. 17).

Som Slutningsbemærkning: Mon Bogen ikke er noget for stor, navnlig kvalitativt? Det kan blive vanskeligt nok i de to første Gymnasieklasser at komme gennem de 124 Sider, navnlig da man mange Steder foreløbig maa regne med ret ringe Forudsætninger hos Eleverne, f. Eks. med Hensyn til Øvelserne. Og om Flertallet saa har kunnet tilegne sig Stoffet saa godt, at de med den ene Time ugentlig i det sidste Aar gennem Tilbageblikket kan naa den Helhedsopfattelse og Afslutning, som skulde være Maalet, er vel mere end tvivlsomt. Men da Bogen er god, er det bedre, at der er noget for meget end for lidt. Der er jo den Udvej foreløbig at forbigaa noget.

Dr. W. Felgenträger: Theorie, Konstruktion und Gebrauch der feineren Hebelwage. (Teubners Forlag, Leipzig. 1907. 310 Sider. Pris 8 Mk. indb.) Anmeldt af J. P. Jacobsen.

I denne Bog gives en samlet Fremstilling af, hvad der navnlig i den sidste Menneskealder er opnaaet af Forbedringer ved Konstruktionen af fine Vægte til videnskabeligt Brug, samt en detailleret Kritik af de mangfoldige Former, disse Konstruktioner har antaget, alt efter det Brug, der skulde gøres af Vægten.

Digitized by Google

Forfatteren anfører, at man i Konstruktionen af den fine Vægt er naaet saa vidt i Øjeblikket, at der i den nærmeste Fremtid ikke kan ventes store Forbedringer. Som en Undtagelse herfra anføres dog „das elastische Gelenk" anvendt af W. Weber og K. Ångstrøm. Af den almindelige Vægt med Kiler gives der en ret indgaaende teoretisk Behandling, dels statisk, dels dynamisk. Teorien er til at begynde med holdt i Almindelighed, og efterhaanden er saa de Tilnærmelser gjorte, som har været nødvendige og tilladelige for Anvendelsen paa de i Praksis foreliggende Opgaver.

Af Teorien er udledt, at de kortarmede Vægte har betydelige Fortrin frem for de langarmede ved saa at sige alle fysiske og kemiske Undersøgelser, naar undtages enkelte Ting, som f. Eks. Sammenligning af Normalkilogramlodder. Det anføres, at der af tyske Firmaer saa at sige kun leveres kortarmede Vægte, medens i England Vægte med lange eller halvlange Arme skal være almindeligere, men iøvrigt indskrænkes Omtalen væsentligst til tyske og østrigske Fabrikater.

Efter den teoretiske Undersøgelse af Vægten følger en meget detailleret Beskrivelse af Vægtens enkelte Dele, Vægtbjælke, Kiler o. s. v. Paa Beskrivelsen af Arretermekanismen er saaledes ofret ca. 30 Sider. Udførligt omtales ligeledes de forskellige Mekanismer, hvorved Lodder kan lægges paa og tages af og Ombytning af Skaalene finde Sted, uden at Vægtskabet aabnes. Endelig findes et Afsnit, hvor Eksemplarer af forskellige Vægte beskrives med alt deres Tilbehør.

Man vil i det hele taget finde de fleste Oplysninger, som kan ønskes angaaende Vægte, der skal bruges i fysiske eller kemiske Laboratorier ved Vejninger af Masser paa 50 Kilogram og nedefter. Bogen er saaledes, antager jeg, anvendelig som Haandbog for dem, der har at gøre med Præcisionsvejninger, og den bliver det endnu mere derved, at den til Slutning indeholder Eksempler paa forskellige Vejningsmetoder og Eksempler paa Bestemmelser af de vigtigste Konstanter ved en Vægt.

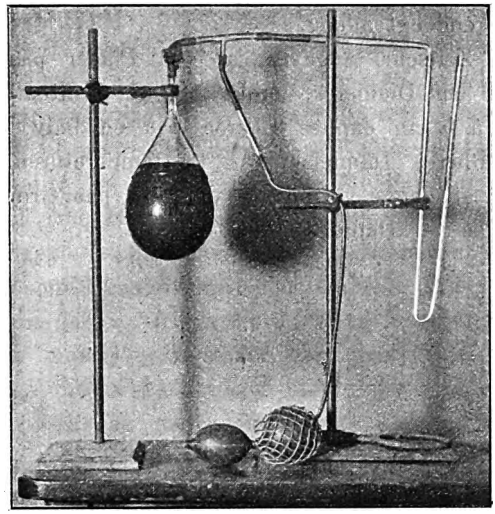
Digitized by Google

Fysik i Skolen.

En Blære af Beg.

Begets ejendommelige vædskelignende Egenskaber vises hurtigere og morsommere ved efterfølgende Forsøg end ved de almindeligst brugte*).

Beg smeltes forsigtigt — det tændes nemlig ret let — og hældes i en glat ikke ret dyb Papirsform; denne laves nemt af et Stykke glat Brevpapir; det er af Betydning, at Papiret er glat, da



der ikke maa sætte sig Trevler eller Dele af Papiret paa Beget. Den smeltede Masse skal være ensartet, men det bliver den oftest. Skulde der vise sig Blærer paa Overfladen, angives det, at de kan fjærnes ved at opvarme denne med en Gasbrænder, men i de Tilfælde, jeg har prøvet det, er der ingen kommen. I det varme Bly stiller man en stor Glastragt med den vide Aabning til Bunden af Papirformen.

*) Phys. Zeitschrift, 8. Aarg. Nr. 18, 1907, S. 612.

Digitized by Google

Efter at Beget er blevet koldt, fjernes Papiret, og det Beg, der sidder udvendig paa Tragten, fjærnes med en Kniv eller et Stemmejærn. Halsen af Tragten klemmes i et Stativ og bliver ved et T-Rør og Slange forbunden med et Manometer og en Gummidobbeltballon. Ved jævn Pumpning med denne kan man let holde et Tryk paa 17 à 18 cm Hg; dog skal man ikke her tilvejebringe for stort Overtryk.

Omstaaende Billede er et Fotografi af en Begblære. Begpladen i Tragten var oprindelig 1,5 à 2 cm. tyk, Tragten var 12 cm i Diameter, Trykket, der tilvejebragtes, var ca. 11 cm. Blæren var da ca. et Døgn om at naa den her angivne Størrelse. Da denne var naaet, var det tydeligt at se, hvorledes Begets indre Gnidning ikke kunde holde Ligevægt mod Tyngdens Indvirkning. Blæren blev kendeligt aflang.

I Phys. Zeitschr. angaves, at ved Plader paa 8 à 10 mm Tykkelse, 16 cm Diameter, omtr. 18° C. Lufttemperatur og et Tryk paa 4 à 5 cm dannes Blæren paa en halv Time. Under omstaaende Blæres Dannelse var Lufttemperaturen en hel Del mindre; dels af denne Grund og dels vel paa Grund af Pladens større Tykkelse var Dannelsestiden længere. K. M.

Digitized by Google

Alkymister i Danmark*).

Af

Aug. Fjelstrup.

Hos nogle græske Forfattere, som levede i Aleksandria for omtrent 1500 Aar siden, finder man Beretninger om, at uædle Metaller ved Hjælp af en hemmelighedsfuld „Eliksir" er blevne forvandlede til Guld og Sølv. Naar og hvor saadanne Metalforvandlinger først er foretagne, faar man ikke at vide; men Sagen omtales som gammel og velkendt. Kunsten kaldes „Kymia" eller „Kemia", som dens Ophavsmand nævnes en vis Hermes med Tilnavnet trismegistos (den trefold største), og saadanne Arbejder synes at have hørt med til de gammelægyptiske Præsters Mysterier. Saavel de smaa Guld- og Sølvmængder, man havde udskilt af andre Metaller, som Kobberets Gulfarvning ved Sammensmeltning med Zinkertser og Hvidfarvning ved Arsenik blev betragtet som Beviser for, at Metalforvandlinger var mulige.

Efter Ægyptens Erobring 640 tog Araberne Kendskabet til „Al-kymi", som Kunsten med det arabiske Præfiks kom til at hedde, med sig langs Afrikas Nordkyst til Sydspanien, og, da de snart berømte mavriske Højskoler blev besøgte af studerende fra de forskellige europæiske Lande, blev Alkymien et Yndlingsfag navnlig i de vest- og mellemeuropæiske Klostre i 13.—16. Aarhundrede.

Blandt de arabiske Alkymister var de mest berømte Lægerne Geber i Sevilla i det 8. Aarhundrede og Avicenna i Persien omkring Aar 1000. Af Alkymiens europæiske Koryfæer maa nævnes Dominikaneren Albertus magnus, Franciskanerne Rogerius Bacon og Raimundus Lullius samt Lægen Arnoldus Villanovanus i det 13. Aarhundrede, Bogafskriveren Nicolaus Flamellus i det 14., Grev Bernhardus Trevisanus, Augustineren Georgius Riplæus, Dominikaneren Vincentius Koffsky, Benediktinerne Johannes Trithemius og Basilius Valen-

*) Foredrag holdt i Selskabet for Naturlærens Udbredelse.

Digitized by Google

tinus i det 15., Lægerne Cornelius Agrippa og Johannes van Helmont, Metallurgerne Georgius Agricola og Andreas Libavius i det 16. Aarhundrede.

Det ligefrem overvældende Antal alkymistiske Skrifter med deres mærkelige Titler*) og billedrige Sprog indeholder mangfoldige Anvisninger til Fremstilling af „Eliksiren", „Tinkturen", „de Vises Sten", „det store Magisterium", det vidunderlige Præparat, som skulde forvandle de uædle Metaller til Guld og Sølv;

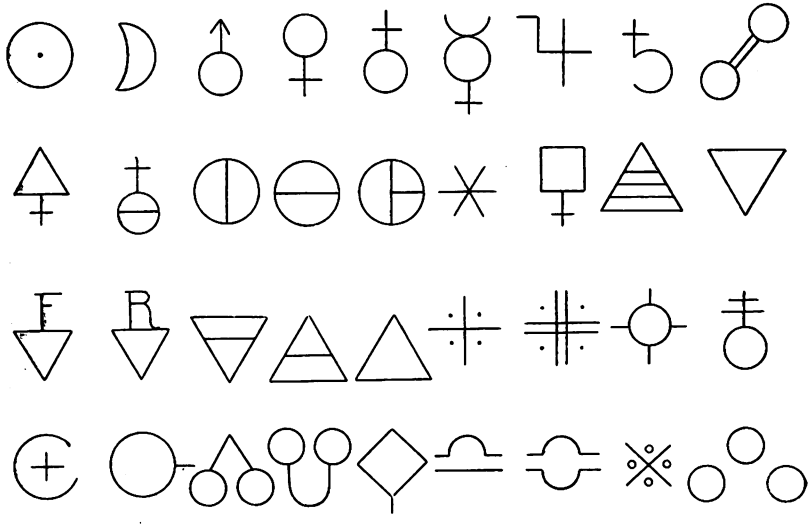


Fig. 1. Alkymistiske Tegn for Guld, Sølv, Jærn, Kobber, Antimon, Kvægsølv, Tin, Bly, Arsenik, Svovl, Cinnober, Salpeter, Salt, Vitriol, Salmiak, Potaske, Amalgam, Vand, Salpetersyre, Kongevand, Jord, Luft, Ild, Eddikesyre, Alkohol, Voks, Pulver, Krystal, Glas, Magnet, Rensning, Sublimation, Destillation, Glødning, Smeltning, Opløsning.

*) Som Eksempler paa saadanne besynderlige Titler kan nævnes: „De Vises Stens Barneseng", „De Vises Rosenhave", „De Vises Trappestige", „De Vises Himmel", „Det filosofiske Perletræ", „Den filosofiske Jægerglæde og Nymfefangst", „Hovednøglen til det aabnede filosofiske Faderhjerte", „Den gyldne Time", „Den gyldne Rose", „Den velsignede Lilie", „De tolv Portes Bog", „Den hermetiske ridende Post", „Den brændende Salamander og den opvakte Kymist", „Den klartskinnende Sol paa den tyske Horisonts alkymistiske Firmament" og „Den tredobbelte Nøgle til Naturens hemmelige Skatkammer".

Digitized by Google

men dels er disse Anvisninger i høj Grad uoverensstemmende, dels er de fremsatte i et saa gaadefuldt Sprog, at de ikke er til at arbejde efter.

Den ligefremme Meddelelse betragtedes som syndig eller endogsaa som livsfarlig; man møder derfor et helt Menageri af Løver, Ulve, Ravne, Ørne, Paafugle, Svaner, Slanger, Drager m. m. og et talrigt Selskab af mytologiske Personer. Naar f. Eks. Guld skal renses med Svovlantimon, hedder det, at „den røde Løve skal jages gennem den graa Ulv", og naar Jærn, som dyppes i en Kobberopløsning, bliver overtrukket med Kobber, hedder det, at „Mars afører sig sit Panser og iører sig Venus' Klædning".

De alkymistiske Forfattere begyndte tidlig at anvende Tegn, ikke blot for de forskellige Stoffer, men ogsaa for de forskellige Apparater, som blev benyttede i Laboratoriet, og for de almindeligste kemiske Operationer.

De dengang kendte Metallers Tegn var tillige Tegn for tilsvarende Himmellegemer, med hvilke de antoges at staa i en mystisk Forbindelse; der var saaledes fælles Tegn for Guld og Solen, Sølv og Maanen, Jærn og Mars, Kobber og Venus, Kvægsølv og Merkur, Tin og Jupiter, Bly og Saturn, og man mente, at visse Konstellationer var heldige for de forskellige alkymistiske Arbejder.

Mange af de trykte alkymistiske Værker er desuden forsynede med Afbildninger af Laboratorier og Apparater og talrige allegoriske Illustrationer.

Alle Anvisninger til Fremstilling af „Tinkturen" er enige om, at det først og fremmest gælder at finde den rigtige „materia prima"; men det var ogsaa det vanskeligste af det hele — Resten var kun „opus mulierum et lusus puerorum". For at finde denne Grundsubstans blev alle tre Naturriger gennemsøgte; ikke blot de forskelligste Mineralier, men alle mulige Dele af Planter og Dyr kom i Kolben — det mindst sandsynlige kunde jo netop være det rigtige.

Foruden den røde Tinktur, som frembragte Guld, var der en hvid Tinktur, som frembragte Sølv, og en Partikulartinktur, som bevirkede en delvis Forvandling af de uædle Metaller til Guld eller Sølv, og, jo fuldkomnere Tinkturen var, desto større Mængder kunde den forædle, 10 — 100 — 1000000 Dele.

Metallerne blev betragtede som sammensatte af „Mercurius"

Digitized by Google

(det metalagtige), „Sulphur“ (det farvende og brændbare) og i en senere Tid tillige „Sal“ (det jordagtige) i forskellige Blandingsforhold og Renhedsgrader; der var da intet urimeligt i at antage, at man ved at ændre Blandingsforholdet og anvende de tre Substanser i saa ren Tilstand som muligt kunde fremstille de ædle Metaller af de mindre værdifulde.

Berømte Naturkyndige havde selv foretaget Metalforvandlinger eller set dem blive udførte af andre, og man tænkte ikke paa, at de kunde have ladet sig skuffe af guld- og sølvlignende Legeringer eller smaa Mængder af ædelt Metal, der havde været indeholdte i de anvendte Kemikalier. „De Vises Sten“ var desuden en Universalmedicin, som virkede helbredende, foryngende og livsforlængende og vel maatte betragtes som det mest attraaværdige af alle Jordens Vidundere.

De talrige bedrageriske „Adepter“, som tidlig bragte Alkymien i Miskredit, foraarsagede, at der allerede i det 14. og 15. Aarhundrede blev udstedt Forbud mod „Guldmageri“ fra baade gejstlige og verdslige Fyrster, der desuagtet modtog berømte rejsende Alkymister som Salomon Trismosin og senere Setonius, Sendivogius, Richthausen og „Philaletha“. Entreprenante Charlataner benyttede Digler med dobbelt Bund, hule Pinde til Omrøring, guldholdige Kemikalier og skjulte Hjælpere, og deres Straf blev Fængsel, Tortur og den forgyldte Galge.

I Begyndelsen af det 16. Aarhundrede anviste Paracelsus Alkymien et nyt Formaal, nemlig Fremstillingen af kemiske Lægemidler; men han giver dog ogsaa selv en vidtløftig Fremstilling af „de Vises Sten“, med Guld og Kvægsølv som „materia prima“.

Paa samme Tid begynder Danmark at levere de første Bidrag til Alkymiens Historie.

Det fortælles, at Paracelsus under sin mangeaarige Omflakken som Feltkirurg har besøgt Kristian II.s intelligente Raadgiverske, Fru Sigbrit, og det er notorisk, at hun har haft et Laboratorium i sit Hus ved Fisketorvet.

Der var dengang endnu ikke trukket nogen Grænse mellem Kemi og Alkymi, og enhver, der gav sig af med kemiske Arbejder, blev betragtet som „Guldmager“.

Tyge Brahe, der som bekendt i sin Ungdom vaklede mellem

Digitized by Google

Alkymi og Astronomi som Hovedfag, havde et stort Laboratorium paa Hveen og et mindre i sit Hus i København, der, hvor Vartov nu ligger; men det er dog først i det 17. Aarhundrede, at Alkymien for Alvor faar Fodfæste i Danmark.

Kong Kristian IV., som i Kemien saa en Videnskab, der sikkert vilde faa en enorm Betydning paa de forskelligste praktiske Omraader, havde et Apotek paa Frederiksborg og indrettede 1609 i „Kongens Haufge" et „Destillerhus", som paa et Kort fra 1649 er ansat i Havens nordvestlige Hjørne, hvor Eksercerpladsens Port nu er, og som ifølge en Inventarieliste fra 1673 var udstyret med 15 forskellige Ovne, Destillerkedler, Kolber, Hjelme, Serpentiner og Forlag, Vandbade m. m. Som Leder af dette Laboratorium, der navnlig skulde forsyne Hoffet med Akvaviter, Parfumer, Eliksirer og Medikamenter, fungerede i 35 Aar „Destillereren" Dr. Peter Payngk, der i sin Ungdom nogle Aar havde været ansat som Hofkemiker hos Kejser Rudolf II. i Prag.

At Laboratoriet kaldtes „Destillerhus" og dets Leder „Destillerer", var i god Overensstemmelse med, at Destillationer ubetinget var de kemiske Operationer, som anvendtes mest i Datidens Laboratorier.

1623 blev der fundet Sølv i Norge, efter det velbekendte Sagn af en Bondedreng, som gik og vogtede sine Geder; allerede Aaret efter var Byen Kongsberg anlagt og sachsiske Bjergmænd indkaldte, og Ertsprøver blev sendte ned til Laboratoriet i København. Det viste sig senere, at det norske Sølv var guldholdigt; Bjergmændene mente ikke, det kunde betale sig at forsøge at udvinde det, men det mente Kongen, og 1642 indkaldte han en bekendt sachsisk Kunstsnedker, Mekaniker, Guldsmed og Alkymist, Kaspar Herbach. Han var dengang en Mand paa omtrent 50 Aar og blev med Kone og Børn foreløbig indlogeret i Destillerhuset. Herbach fik officiel Ansættelse som Kunstsnedker, men skulde navnlig fungere som metallurgisk Konsulent*).

Tre Aar senere døde Payngk, i lang Tid havde Laboratoriet

---

*) Der staar i et af Kristian IV.s talrige efterladte Breve: „Weil ich in Namen Gottes das norwegiiske Goldterdtz zu smeldtzen mich vorgenommen, worbei ich den Kunst-Kassper | mir zum Gehiilffen angenommen . . ."

Digitized by Google

ingen kvalificeret Leder, og, da Herbach daarligt kunde udføre sine „Scheidninger“ (Analyser) i Destillerhuset, blev der opført et særligt „Smeltehus“, hvor der bl. a. skulde udvindes Guld af de norske Sølvertser. Stort var Udbyttet ikke; men der blev dog møntet nogle saakaldte „Brilledukater“, som paa den ene Side viste en Brille og Inskriptionen: „Vide mira domi“, og som snart fik Ord for at være fremstillede ved „Guldmageri“.



Fig. 2. Portræt af Kaspar Herbach, efter et Maleri paa Frederiksborg Slot.

Saa døde Kristian IV. den sidste Dag i Februar 1648; men „Kunst-Kaspar“ blev lige saa vel anskreven hos den nye Konge, Frederik III., som interesserede sig i høj Grad for Alkymi. Et særligt Laboratorium blev indrettet paa Københavns Slot, hvor Kaspar Herbach laborerede sammen med Kongen, og i Sommeren 1656 var han i Amsterdam for paa Frederik III.s Vegne at underhandle med den berømte Kemiker Glauber om forskellige „chymiske Kunster“. Herbachs Rejsebreve til Kongen findes i

Digitized by Google

Rigsarkivet, og der fortælles deri om Recepter paa et Sølv- og et Guldpræparat, som skulde koste henholdsvis 200 og 1000 Rdl., og om en mærkelig Proces, hvorved man i Løbet af 3 Timer af 100 Dukater kunde faa 1 til. Med Hensyn til den sidstnævnte Kunst, som Glauber vilde lære Herbach for 200 Dukater, sva-



Fig. 3. Portræt af Francesco Giuseppo Borri, efter et Kobberstik paa det kgl. Bibliotek.

rede Kongen: „Betreffend das Werck von 100 Ducaten 1 zu bekommen, hielte ich viel besser, wan er kunnte aus 1 Ducat 100 machen!“

Herbach, der havde været en meget velstaaende Mand, led store Tab under Svenskekrigen og døde som Møntmester 1664, og to Aar senere kom Ole Borch hjem fra en 6-aarig Udenlands-

Digitized by Google

rejse for at overtage forskellige Professorater og tillige forestaa Destillerhuset ved Rosenborg Slot.

Borch roste i høje Toner en italiensk Læge og Alkymist, Francesco Giuseppo Borri, som han havde truffet i Amsterdam, og, da flere andre danske Notabiliteter, som havde besøgt ham, gjorde det samme, blev Italieneren indbudt af Frederik III. til at komme til København.

Borri var født i Milano 1625, havde studeret i Rom, men var bleven anklaget for Kætteri, flygtede derfor 1659 og blev brændt „in effigie"; efter en kortvarig Omflakken i Tyskland var han nu bosat i Amsterdam. Han førte et elegant og overdaadigt Hus, var gavmild og fuldendt Verdensmand og blev almindelig betragtet som Indehaver af „de Vises Sten" *).

Efter to Maaneders Ophold i Hamburg, hvor han traf sammen med Dronning Kristina af Sverrig, kom Borri da i Efteraaret 1667 til København, hvor han blev modtaget med store Æresbevisninger, fik anvist Værelser paa Slottet, Heste og Vogn og en opvartende Kavaller til Disposition.

Ole Borch havde tidligere skrevet fire latinske Digte til ham, hvori han kalder ham „Hermes secli" og „naturæ gloria", priser sig lykkelig, fordi hans latiniserede Navn, Borrichius, begynder med Borri, og erklærer, at den italienske Alkymist er det mærkeligste, han har truffet paa hele sin Rejse.

I Anledning af Borris Ankomst til København forfattede Thomas Bartholin et latinsk Velkomstdigt, og Anders Bordings Avis „Danske Mercurius", mødte med følgende Vers:

„Den Borri, som saa stoor af Sagn om Verden farer,
til Kongen kommen er och hannem aabenbarer
vel mangen lønlig Kunst udi Chymisterie,
som hand udgrundet har och er forfaren i."

*) Borch havde ved et Besøg hos Borri en Dag faaet en Dukat af „chymisk" Guld; men forøvrigt var Italieneren yderst hemmelighedsfuld paa det Omraade. Ogsaa en dansk Læge, Nicolaus Andreæ, havde i Amsterdam faaet nogle saadanne Dukater af Borri og vist dem til den da værende Stiftsbefalingsmand i Aarhus, Erik Rosenkrands, som var en ivrig Alkymist, og som gjorde sig forgæves Anstrængelser for at faa Oplysning om Hemmeligheden.

Digitized by Google

Som Kongens metallurgiske Konsulent benyttede Borri Laboratoriet paa Københavns Slot*) indtil han „bag Børsen“ fik indrettet et nyt, der imidlertid i Foraaret 1669 med stor Bekostning blev flyttet til en Plads mellem Rosenborg Have og den nye Østerport, hvor der tidligere havde ligget en paabegyndt Kirke, som nylig var nedrevet.

Danske Mercurius“ fortæller om den mærkelige Flytning:

„Det Huus, som Borri før bag Børsen loed oprette
til sine Kunsters Bruug i Verk och Drift at sette,
det hand til Skibs och Lands, ret ligesom det stoed,
hen ud mod Østerport ubrudt forflytte loed.
Hand efter Bygnings-art (hvad kand ey Kunst paafinde?)
saa sær en Lige-vect der indeni loed binde,
saa det af Nokkerne, hvor langt mand førde det,
ey gik med mindste Pind, men stoed alt rank og ret.“

„Burrhi Laboratorium“ er ansat paa Resens Grundtegning af København 1674 med den Bemærkning, at det er „aus der Saltzcompagnien-hoff unabgebrochen, sonder Schade durch das königl. Bootsvolk hieher gebracht“ **).

I Foraaret 1668 havde Borri kureret Kongens Søn, Ulrik Frederik Gyldenløve, som var farligt syg og opgivet af Hoffets Læger, og „Danske Mercurius“ mødte i den Anledning med følgende Panegyrik:

„Mand hafver nylig seet en herlig Lægdoms Prøfve,
som Borri giorde paa den ædle Gyldenløfve,
der hand til Døden hart var sjug oc uden Raad,
ja, med den enne Foed skøt stoed i Carons Baad.

*) Det omtalte Laboratorium laa i et af Slotstaarnene under „Drejerkammeret“, hvor de kongelige Samlinger opbevaredes, havde tre Fag Vinduer med „Jerngardiner“, som kunde trækkes for, naar der blev laboreret, og var, hvad man kan se af en Inventarieliste fra 1673, udstyret med „Destiler- eller Proberoufne“ og andre metallurgiske Apparater, „som Alchimisten Bori har brugt“.

**) Om Borris Virksomhed som Alkymist under hans Ophold i Danmark ved man forøvrigt intet. Der findes paa Rosenborg Slot et Stykke „chymisk Guld“, som Borri skal have fremstillet; det er saa rimeligvis Guld, der er udskilt af norsk guldholdig Sølverts eller et andet guldholdigt Mineral.

Digitized by Google

Mand hans høyvise Kunst nest Himlen maa tilskrifve
at det høyædle Blood undgick och bleef i Lifve.
Ney: slig en dapper Helt och dyrbar Rigens Mand
ey maatte gaa saa snart til Dødsens mørke Land.
Hvad vil Hippokrates, hvad vil Galeen nu sige?
Her Borri med sin Kunst langt høyre veed at stige.
Thi bør man hannem Tak, oc sær for denne Cur,
som efter vor Forstand gick tvert imod Natur.
Hvad kand det skade mig, naar Siugdoms Verk mig knuger,
hvad Slags af Lægedom jeg griber til oc bruger,
naar det kun hielper mig? Jeg priser den med Skiel,
som kand med, hvad det er, mig læge snart oc vel."

Paa samme Tid havde man østlig for Rosenborg Have, hvor Garnisonssygehuset nu ligger, paabegyndt Opførelsen af det saakaldte „Guldhus", hvor Bearbejdelsen af de norske Ertser skulde foregaa. Gamle Regnskaber og andre Dokumenter i Rigsarkivet viser, at der har været rekvireret betydelige Kvantiteter Bygningsmateriale af forskellig Art, og at en anselig Arbejdsstyrke har staaet til Borris Raadighed.

Den fremmede Alkymists Position var imidlertid ikke sikker. Hos Kongen, som efter en samtidig Beretning „gav ham huer Uge 100 Rdl. till hanss Bord", var han stadig vel anskreven, og Ole Borch fandt det ganske naturligt, at Borri som Solen indtog den mest fremtrædende Plads, medens han selv som Maanen beskedent holdt sig tilbage og arbejdede paa sit Værk om Kemiens Historie. Gyldenløve, Schumacher, Thomas Bartholin og mange flere ansete Mænd var ham ligeledes venligt sindede; men han havde ogsaa mange Fjender og Misundere, og efter Kongens pludselige Død d. 9. Februar 1670 rejste han skyndsomst bort. Det var Borris Hensigt at tage til Konstantinopel; men i en Landsby i Mähren blev han arresteret og bragt til Wien, hvor han vandt Kejser Leopold I. for sig ved at kurere ham for Følgerne af en Forgiftning. Kejseren maatte imidlertid efterkomme en Opfordring fra den pavelige Nuntius til at udlevere ham; Borri blev sendt til Rom og interneret paa Engelsborg, hvor han dog fik Lov til at fortsætte sine Laboratoriumsarbejder, modtog Besøg af adskillige tilrejsende fyrstelige Personer, som vilde konsulere ham, og døde 1695. „Danske Mercurius" fortalte:

Digitized by Google.

„Af Ildens leede Brand til Rom mand Borrj spaaede;
men hand af Pafven dog fik ævig Fængsels Naade.
Af Gløder oc af Ild hand før sin Næring nøed;
thi loed oc Ilden sig ey bruge til hans Død"

Allerede kort efter Borris Afrejse fra København var man begyndt at nedrive nogle af de Bygninger, som var under Opførelse i og ved Rosenborg Have; kun „Guldhuset" blev bevaret, men fik rigtignok en helt anden Anvendelse. Pontoppidan skriver 1760 i „Origines hafnienses": „Østenfor Rosenborg i Rigens Gade er Guld-Huset, som nu omstunder svarer bedre til sit Navn, ved at spare en god Deel af Landets Sølv og Guld, end da det Anno 1668 blev bygget og saaledes kaldet efter sin første Bestemmelse, hvilken var at giøre Guld ved alchymistiske Operationer. Den italienske Doct. Burri, som siden havde en underlig Skiebne, stod vel anskreven hos Kong Frederico III., hvis Lyst til samme Studium er bekiendt. Slutningen var som sædvanlig. Man beholdt det dertil opbygte Huus med sine Ovne og store Indretninger, Huset beholdt ogsaa sit Navn af Guld, i hvis Sted man først brugte det til et Quæst-Huus, men i dette Seculo til et Fabrik-Huus, der at giøre Klæde og deslige uldne Vare til Armeens Mondering".

I det 17. Aarhundrede begyndte Kemikerne for Alvor at tage Afstand fra „Guldmagerne"; men ligesom de omrejsende Adepter fremdeles fandt gæstfri Modtagelse ved Hofferne, vedblev ogsaa mangfoldige Herremænd at søge „de Vises Sten", for muligvis i Laboratoriet at finde Erstatning for de Tab, de langvarige Krige og deraf følgende daarlige Tider havde paaført dem. Ogsaa her i Landet blev der indrettet adskillige Herregaardslaboratorier, og et typisk Eksempel paa de økonomiske Ulykker, Arbejdet ved „den hermetiske Ovn" kunde foraarsage, har man i den danske Herremand og Alkymist Valdemar Daa. Han tilhørte en gammel adelig Slægt og var født 1616 i Trondhjem, hvor Faderen, den senere Rigsadmiral Klavs Daa, dengang var Lensmand. Om Valdemar Daas Barndom og første Ungdom ved man intet; han blev Hofjunker hos Kristian IV., arvede efter Forældrene Bonderup og Hessel i Nørrejylland, giftede sig med Else Kruse og arvede 1652, ved den yngste Broders pludselige Død, sammen med sin ældre Halvbroder Borreby ved Skelskør.

Digitized by Google

Interessante Oplysninger om Borrebygaards Historie faar man af et gammelt anonymt Manuskript, som nu findes i Landsarkivet, og som bl. a. fortæller om den prægtige Hovedbygning, opført af Kansleren Johan Friis 1556, og om, hvorledes de to Halvbrødre Oluf og Valdemar Daa delte Gaarden med Bygninger, Jorder, Skove og Bønder lige imellem sig. Saa læser man om Arkivets sørgelige Skæbne, om tre store jernbeslagne Kister i „Brevkammeret", fulde af gamle Dokumenter, og hvorledes Gaardens Folk, da Døren ikke var laaset, brugte de interessante Papirer som Makulatur. Heldigvis fik de ikke alt opbrugt, saa at man dog finder ret gode Oplysninger om Borrebys Tilstand paa Valdemar Daas Tid.

Valdemar Daa deltog som Ritmester i Svenskekrigen, der medførte store Tab for ham som for saa mange andre Herremænd. Saa forsøgte han sig som Skibsbygger og forhuggede sine Skove for at bygge et Orlogsskib, som Kongen imidlertid ikke vilde købe, fordi det blev erklæret ubrugeligt af hans Udsending, der havde forset sig paa et Par prægtige Hingste, som Valdemar Daa ikke vilde af med. „Havde Ridder Daa spændt Hestene for Skibet, var det nok bleven kørt ind i Kongens Orlogshavn", mener en gammel Krønikeskriver.

Svigerfaderen og Konen døde, Valdemar Daa sad som Enkemand med mange Børn og økonomiske Vanskeligheder, og saa blev han „Guldmager".

Forskellige gamle Krøniker fortæller om Valdemar Daas mislykkede Arbejde i Laboratoriet. Det hedder saaledes, at han „fordestilerede tre Herregaarde og blev en fattig Mand, ikke alene ved sit Skibs Byggerie, men ved sit alchymistiske Væsen, da han saa længe giorde Guld, til Gaard og Gods i en forgylt Røg gik op igennem hans Skorsten", at han „gik i Armod og formedelst Alchymisterie, som han brugte i Tanke at ville finde lapis philosophorum, blev ødelagt, saa at baade Lerchenfeldt*) og Borrebye i Sælland ginge bort i Guld" og at han „blev fattig ved Guldmagerie, som da var meget i Mode blandt Adelen".

Borreby-Manuskriptet fortæller om Valdemar Daa, at han „blev formedelst sin Alchymie, da han laborerede derpaa i mange

*) Bonderup fik senere Navnet Lerchenfeldt.

Digitized by Google

Aar, saa forarmet, at han levede paa det sidste med sine 3de Pige Børn ret kummerlig paa Borreby, at han i min Tid om Vinteren laae ved Sængen hele Uger, icke af Sygdom, men af Mangel at faae sin Ildebrand bragt til Gaarden og blot for at holde sine chymiske Flasker i tempereret Varme".

Adskillige Anvisninger til Fremstilling af „de Vises Sten" fordrede en meget lang Tid til Stoffernes „Modning" og tillige „tempereret" Varme. Man anbragte derfor Kolben med Præparatet i en stedsebrændende Ovn, en saakaldt „Athanor", som blev benyttet af Alkymisterne i forskellige Størrelser og af forskellige Konstruktioner; men naar man ikke havde en saadan Ovn, kunde man opnaa det samme ved at bære Glasset paa sin Krop indenfor Klæderne eller have det hos sig i Sengen.

Saa læser man, at Valdemar Daa engang virkelig „meente sig at være paa det nærmeste at blive en Adeptus, efter de rette Signa, han syntes at have observeret dertil".

Ved Fremstillingen af den metalforædlende Tinktur skulde Kolbens Indhold vise bestemte Farveforandringer i en vis Rækkefølge. Efter flere gamle Recepter skulde Massen først blive sort — „Ravnehovedet" —, derefter hvid — „Svanen" —, saa antage mange forskellige Farver — „Paafuglehalen" —, og endelig blive rød, naar Processen var lykkedes, og det var formodentlig saadanne „rette Signa", Valdemar Daa mente at have bemærket. Endelig skulde han da se Lønnen for sit aarelange, ihærdige Arbejde og alle sine Opofrelser; men som han da „med stor Glæde besaae sit Glas og vendte det i Hænderne, faldt det fra ham paa Gulvet og sloeges i Stycker, og han mistede derved sit store Haab, samlede dog sin Materie i et frisk Glas igien og begyndte sit Arbejde paa nye, hvilket altiid blev forgiæves".

Laboratoriet optog alle Valdemar Daas Tanker; Gaardens Drift interesserede ham ikke. Men de økonomiske Vanskeligheder voksede i en uhyggelig Grad. Nogle Aar bortforpagtede han saa Jorderne; det hjalp ikke. Saa udlejede han Jorden, solgte sin Lade til Nedbrydning — altsammen forgæves. De jydske Gaarde havde han mistet, og to Gange var der gjort Eksekution i Borreby, da Gaardens Nabo, Etatsraad Ove Rammel til Basnæs, tog den i Januar 1681. Gamle Dokumenter fortæller, hvor forfaldne Bygningerne var, og Borreby-Manuskriptet beretter, at, „da Ove

Digitized by Google

Rammel havde ladet sig giøre Indførsel i Gaarden for en Gield, han kiøbte sig til af en Adelsmand i Holstein, bød han Waldemar Daae til at maatte blive hos ham paa Borrebye som en Ven og Broder sin Livs Tiid; men han var dog endnu saa storhiertet, at hand vilde icke, men gick til Fods fra Borrebye med en Kiep i Haanden og sit alchymiske Glas i Barmen".

Paa Smedstrup Mark laa et lille ubeboet Hus, som Valdemar Daa lejede til foreløbig Bolig for sig og Døtrene; senere flyttede de saa over til Jylland, hvor Valdemar Daa døde i Aaret 1691.

I Slutningen af det 17. Aarhundrede, hvor den berømte omflakkende Adept Laskaris tiltrak sig næsten hele Evropas Opmærksomhed og fik en Elev i den unge Bøtticher, Porcellænets Opfinder, har ogsaa Danmark haft Besøg af udenlandske Alkymister.

Der findes i den kongelige Mønt- og Medaillesamling to interessante Sølvmedailler fra Kristian V.s Tid.

Den ene viser, som det gamle Katalog fortæller, paa Reversen „en chymisk Ovn med en Smeltedigel paa, hvorudi en Haand fra en Skye lader noget falde". Paa Ovnen ser man de alkymistiske Tegn for Kvægsølv og Sølv, og en latinsk Inskription siger, at det Metal, som før var flydende, nu ved Kunst er blevet fast. (Mobile quod fuerat nunc fixum est arte metallum*).

Kataloget tilføjer: „I Anledning af et ved en fremmed indkommen Chymistes i Kongens Nærværelse giorde Forsøg med at frembringe Guld og Sølv af Qvægsølv er denne Medaille præget", og Kong Kristian V.s egenhændige Dagregistre fortæller, at den 10. Februar 1692 „haffde jeg den Curiositet att see, udi Droning Gemak, huorleiss Qvegsülf kan gioriss til gott og fint Sülf, og süntiss ingen Bedrag att were der vnder, for den, som kan Konsten, rørte ey derwed". Senere er der med andet Blæk gjort den Tilføjelse: „NB. dog Bedragerі".

Den anden Medailles Avers viser et kemisk Laboratorium med et Destillationsapparat i Forgrunden og en knælende mandlig Figur, og udenom Inskriptionen: „Magisterium acquiritur precibus ad deum" (Det store Værk opnaas ved Bønner til Gud). Reversen

*) En Inskription paa Aversen lyder saaledes: „Sceptigeros testes nobile jactat opus" (Det ædle Værk er stolt af sine fyrstelige Vidner).

Digitized by Google

viser en allegorisk Figur med to Digler og Guld- og Sølvtegnet samt Inskriptionen: „Non a me sed ex dei omnipotentis gratia“ (Ikke ved mig, men af den almægtige Guds Naade).

Den bekendte Kobbersmed, Assessor Henrik Ehm havde lært Dr. med. Hacqvard en Metode til at fremstille Guld af Sølv men Doktoren var ikke tilfreds med Resultatet og vilde derfor ikke betale de 600 Rdl., som Hemmeligheden skulde koste. Sagen blev forelagt Konsistoriet, som den 7. Maj 1701 afsagde følgende Kendelse: „Saasom Assessor Ehm ikke haver beviist med de her i Retten fremlagte Guldprøver, at han haver præsteret, huis han udi den med Dr. Hacqvart oprettede Contract af Dato 14. Sept. 1699 haver forpligtet sig til at lære bemeldte Dr. H., nemlig en



Fig. 4. Alkymistmedaille Nr. 2 fra Kristian V.s Tid.

ret Forvandling af Sølv til Guld, saaat bemeldte Sølv aldrig skulde skilles igien in natura fra Guldet, hvor ofte og længe det bliver smeltet og arbeidet, langt mindre haver han samme efter vores afsagde Interlocutorium siden praktiseret, altsaa kan vi ikke tilfinde Dr. H. at betale Ass. E. de for samme Videnskab efter Contracten prætenderede 600 Rdl., men han for samme hans Tiltale i denne Post bør aldeles frie at være“.

Ligeledes under Frederik IV. kom Italieneren Grimaldi til København, fik tilstaaet en Gage af 3000 Rdl. aarlig, men sad inden et Aar i Kastellet.

En anden Italiener, Maldini, fik 1723 med sin Familie anvist Bolig i Rosenborg Have, skulde bl. a. lave Guld af Bly, men blev to Aar senere remitteret til Hamburg. Under Kristian VI. kom lidt før Midten af det 18. Aarhundrede Rosenkreutzeren Dr.

Digitized by Google

Schmidt til København som Gæst hos Gehejmearkivar Hans Gram, og endelig under Kristian VII. mente den ansete Apoteker, Assessor Cappel, at have fundet „de Vises Sten"; han havde, som det senere viste sig, benyttet guldholdig Arsenik ved sine Eksperimenter — og dermed var Guldmageriets Saga ude for Danmarks Vedkommende.

Paa samme Tid, 1784, var den bekendte engelske Læge James Price traadt i Skranken for Alkymisterne, men tog Gift, da han opdagede, at han havde taget fejl, og et tysk „hermetisk" Selskab, som opfordrede til internationalt Samarbejde, havde kun en kort Levetid.

Nyere Undersøgelser har i en betænkelig Grad rokket ved „Grundstof"begrebet, saaat Metalforvandlinger vel neppe kan betragtes som umulige. Skulde man nogensinde kunne fremstille Guld og Sølv af uædle Metaller, vilde det imidlertid medføre saa kolossale Omvæltninger paa mange forskellige Omraader, at man af praktiske Grunde maaske maatte ønske, at „de Vises Sten" aldrig maa blive funden..

Kanalstraaler.

Af

Jul. Hartmann.

Kanalstraalerne blev opdagede af Goldstein i Aaret 1886. Vil man undersøge dem, benytter man, som Goldstein gjorde, et Udladningsrør, hvis Katodeplade er gennemhullet. Sendes Udladninger gennem Røret, og er Trykket i dette af passende Størrelse, ser man Luften lyse i Rummet bag Katoden ud for Hullerne eller Kanalerne. Fig. 1 skulde give en Forestilling om Udseendet. ab er Katoden, Katodestraalerne gaar ud i Retningen $\alpha\beta$. Skraveringen ud for Gennemboringerne er den omtalte

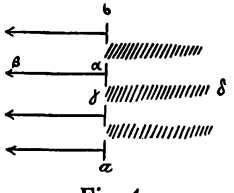


Fig. 1.

Digitized by Google

Lysning, der skyldes de Straaler, som Goldstein kaldte Kanalstraaler, fordi de fra Rummet foran Katoden baner sig Vej gennem de omtalte Kanaler i denne.

Det nærmere Kendskab til Kanalstraalernes Natur skyldes for en stor Del Wien. Han paaviste, at Straalerne bestaar af Smaadele, der bevæger sig fremad med stor Hastighed. Straalernes Partikler har en elektrisk Ladning, men denne er positiv i Modsætning til Katodestraalernes. Dette vigtige Resultat naaede Wien paa følgende Maade. Først undersøgte han, om Straalerne fører Elektricitet med sig. Han benyttede et Udladningsrør — Fig. 2 —, der bestod af to Dele, adskilt ved et Metaltraadsnet ab. Var dette Katode og Elektroden c Anode, optraadte Kanalstraalerne i Rummet D. Her var indsat en Metalplade, der stod i Forbindelse med et Elektroskop. Gik Udladninger gennem Røret, slog Elektroskopet ud for positiv Elektricitet. Om nogen Maaling af Elektricitetsmængden, Straalerne fører med sig, kan der ikke under de antydede Forsøgsbetingelser være Tale, fordi Luften i Rummet D bliver ledende; men Wien mente dog med Sikkerhed at kunne slutte af Forsøgene, at der med Straalerne følger positiv Elektricitet.

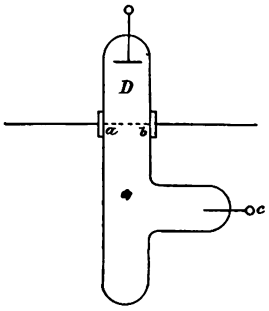


Fig. 2.

Hvis nu denne elektriske Ladning er bunden til bevægede Partikler, der danner Kanalstraalerne, skal selve Kanalstraalerne bøjes i et elektrisk Felt. Wien lod et tyndt Bundt af Straaler — $\alpha\beta$ i Fig. 3 — passere mellem to parallelt stillede Metalplader a og b i et Udladningsrør. Han kunde da, naar han mellem disse Plader frembragte en passende høj Potentialforskel, iagttage, at Straalebundtet bøjedes hen mod Pladen med det laveste Potentialtal, altsaa i Retning af den elektriske Kraft. Heraf sluttede Wien, at Straalerne virkelig bestaar af Partikler ladede med positiv Elektricitet. Men i saa Fald skal Kanalstraalerne ogsaa bøjes i et magnetisk Felt. For at prøve, om dette er Tilfældet, anbragte Wien Røret saaledes mellem Polerne af en meget stærk Elektromagnet, at Kanalstraalerne kom til at gaa vinkelret paa de magnetiske Kraftlinier. For at forhindre, at den stærke Magnet paa-

Digitized by Google

virkede Udladningerne foran Katoden, maatte Wien træffe særlige Forholdsregler, før Kanalstraalernes Afbøjning sikkert kunde paavises. Det benyttede Opstilling er antydet i Fig. 4. Udladningsrøret bestod som før af to Dele. Den ene, D_1, befandt sig mellem Polerne SN af Elektromagneten. Den anden, D_2, var skilt fra D_1 ved en 2,5 cm tyk Jærnplade J, der i Midten havde en snæver Kanal kk. D_2 var iøvrigt omgivet af en 2,5 cm tyk Jærncylinder, der i Fig. ses gennemskaaret. J tjente som Katode, Elektroden a som Anode. Man faar da Kanalstraalerne ind i D_2 gennem kk og Elektromagneten formaar paa Grund af Jærnhylstret om D_2

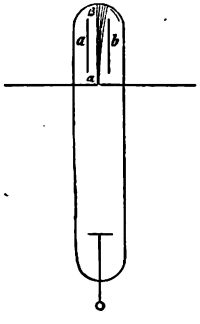


Fig. 3.

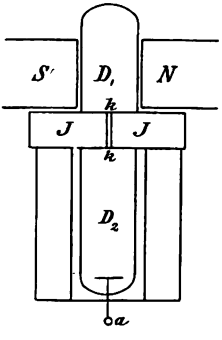


Fig. 4.

ikke at paavirke Udladningerne i dette Rum kendeligt. Med et Felt paa ca. 3000 c. g. s. kunde Wien nu sikkert paavise, at Kanalstraalerne bøjedes og det til den Side, man kunde vente, naar de bestod af pos. ladede Partikler. Afbøjningen gav sig — ligesom den elektrostatiske Afbøjning — til Kende ved en Flytning af den Fluorescensplet, Kanalstraalebundtet frembragte der, hvor det ramte Glasvæggen for Enden af D_1.

Wien bestemte herpaa Størrelsen af de Dele, Straalerne bestaar af, samt Hastigheden, hvormed de bevægede sig. Kaldes Delenes Ladning e, deres Masse m, og er v deres Hastighed, kan man ved Maaling af Afbøjningerne i et elektrisk og et magnetisk Felt for samme Straale finde de to Størrelser $\frac{e}{m}$ og v. Wien fandt paa denne Maade, at v ved de Straaler, han undersøgte, var ca.

Digitized by Google

$3{,}6 \times 10^7$ cm og $\frac{e}{m}$ ca. 3×10^3. Imidlertid var dette Middelværdier; det viste sig nemlig, at Straalebundtet ved Bøjningen bredte sig ud i en Slags Vifte, at altsaa ikke alle bøjedes lige meget. De mest afbøjede Straaler gav for $\frac{e}{m}$ Værdien 10^4. Dette Resultat betyder, at Kanalstraalepartiklernes Masse i de stærkest afbøjede Straaler — ja, rimeligvis i alle Bundtets Straaler — er af samme Størrelse som Brintionen ved Elektrolyse i vandige Opløsninger, $\frac{e}{m}$ har nemlig samme Værdi, og da alt tyder paa, at e er den samme, maa m ogsaa være det.

De Dele, som danner Katodestraalerne, er altid de samme, hvilken end den Luftart er, der findes i Udladningsrøret. Det Spørgsmaal melder sig da straks: Gælder det samme Kanalstraalepartiklerne, eller afhænger disse af Luftarten i Udladningsrøret? Er de maaske positive Atomioner af den Luftart, der fylder Røret, fremkomne ved, at en negativ Elektron har løsnet sig fra Atomet? Wiens Forsøg viser jo, at Partiklen er af samme Størrelsesorden som et Atom. Spørgsmaalet er maaske ikke endeligt besvaret, men det, der er naaet i Retning af Kendskabet til Kanalstraalepartiklernes Natur i det sidste Aar er saa interessant, at en Omtale allerede nu er berettiget. I det følgende gengives Resultater af J. Starks og J. J. Thomsens Arbejder.

Stark gik ud fra, at Bærerne for Kanalstraalerne er positive Atomioner, d. v. s. Atomer, der har mistet en eller maaske flere negative Elektroner. Idet han ligeledes ansaa det for sandsynligt, at det er positive Atomioner, der udsender Elementernes, f. Eks. Brints Liniespektrum, forudsaa han, at det Liniespektrum, man faar, naar Kanalstraalerne i et Rør med Brint gaar ind mod et Spektroskops Spalte, maa udvise Doppler-Effekt, altsaa en Forskydning af Linierne. Han prøvede dette ved at sammenligne Spektrofotografier, optagne dels naar Kollimatoraksen stod vinkelret paa Kanalstraalerne, dels naar den laa i Forlængelsen af disse. Fotografier, optagne i sidste Stilling, viste da virkelig Linierne i Liniespektret forskudt hen mod den ultraviolette Del eller snarere trukket ud, saaledes at den udtværede Linie var nogenlunde skarp mod det røde. Saaledes maa man i Virkeligheden ogsaa vente det. Lad

Digitized by Google

nemlig en Kanalstraalepartikels Hastighed være v og Lysets Hastighed c, lad os med λ_n betegne Bølgebredden for en Linie, naar Lyskilden er i Hvile. Den tilsyneladende Bølgebredde λ_p, naar den bevæger sig ind mod Spektroskopet med Hastigheden v, bestemmes da ved

$$\text{I} \qquad \frac{\lambda_n - \lambda_p}{\lambda_n} = \frac{v}{c}.$$

Hastigheden kan nu, efter Stark, næppe være ens for alle Kanalstraalerne i Udladningsrøret. Den vil nemlig afhænge af, hvilket Potentialfald den positive Ion har gennemløbet. Er dette $\triangle V$, bestemmes Hastigheden ved

$$e\triangle V = \tfrac{1}{2} m v^2,$$

naar e er Ionen eller Straalepartiklens Ladning, m dens Masse. Heraf faas

$$\text{II} \qquad v = \sqrt{\frac{2e\triangle V}{m}}.$$

I dette Udtryk kan $\triangle V$ højst blive lig Katodefaldet $\triangle V_0$, hvis nemlig den pos. Ion gennemløber hele det mørke Katoderum. Da nu vel ikke alle Kanalstraalepartikler gør det, maa v blive forskellig for de forskellige Straaler aftagende fra en højere Grænse. Men følgelig maa ogsaa, som I viser, Linieforskydningen blive af forskellig Størrelse, dog ventelig med en nogenlunde tydelig Maksimalværdi svarende til den størst mulige Hastighed, en Partikel kan opnaa i det foreliggende Tilfælde. Stark beregnede $v_{max.}$ baade af I og II, idet han i II satte $\frac{e}{m} = 9{,}5 \times 10^3$; begge Formler gav samme Værdi for v, nemlig ca. $5{,}5 \times 10^7$ cm. $\triangle V$ var 2000 Volt. — Dopplereffekten ved Kanalstraaler er senere bleven iagttaget af Stark og andre Forskere i Natrium- og Kaliumdamp, i Kvægsølvdamp, Kvælstof og Ilt. Der kan vel efter disse Forsøg, der blev udført, som det synes, med forholdsvis højt Tryk i Udladningsrørene, næppe være Tvivl om, at Kanalstraalepartiklerne har været pos. Atomioner af de Luftarter, der fyldte Rørene. —

Vi skal nu se, hvilke Resultater, J. J. Thomsen kom til. Den bekendte engelske Fysiker undersøgte efter samme Metode som Wien og med et lignende Apparat Kanalstraaler i forskellige Luftarter som atmosfærisk Luft, Helium, Brint og Argon. Han

Digitized by Google

fandt, at Trykket havde en stor Indflydelse paa Straalerne. Ved Forsøgene blev der draget den størst mulige Omsorg for, at Luftarterne i Rørene var rene; de blev omhyggeligt tørrede; naar Brint ikke skulde findes, fjærnedes den saa grundigt som muligt ved Udladninger fra en særlig Katode, der bestod af en flydende Legering af Natrium og Kalium; en saadan absorberer nemlig under Udladningerne Brint. Behandlingen fortsattes, til man i et Spektroskop ikke længer saa Brintlinierne. Ved det Rør, der fyldtes med atmosfærisk Luft, var der herefter kun Kvælstofbaand og Kvælstoflinier at se. Naar Udladningsrøret nu var behandlet paa den anførte Maade og derved befriet for Brint, skaffedes det ønskede Tryk til Veje ved yderligere Udpumpning, hvorpaa Fluorescenspletten, frembragt af Kanalstraalebundtet paa en fluorescerende Skærm for Enden af Udladningsrøret, iagttoges og tegnedes, dels naar Straalerne forløb ubøjede, dels naar de samtidig bøjedes i et elektrisk og magnetisk Felt, begge af kendt Styrke. J. J. Thomson leverer i sin Afhandling Reproduktioner af Tegningerne. I Fig. 5 er en saadan Tegning gengivet. Den svarer til Udseendet af Fluorescenspletten, naar Røret var fyldt med atmosfærisk Luft af det forholdsvis høje Tryk paa $^1/_{50}$ mm og gengiver i det hele og store Forholdene ved højere Tryk.

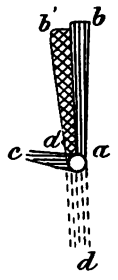


Fig. 5.

Kanalstraalerne ved højere Tryk. I Midten af Fig. 5, der altsaa svarer til atm. Luft, er antydet Plettens Udseende, naar Straalerne ikke bøjes. Det magnetiske Felt frembragte Afbøjningspletten eller Baandet ab, det elektriske ac, begge Felter tilsammen bredte Pletten ud i Baandet a'b'. Men foruden a'b' viste der sig en Fluorescensvirkning til modsat Side i ad. Denne sidste Virkning, der maa skyldes negative Straaler, var ret svag, hvad Lysintensiteten angik. Baandets Længde ad var lidt mindre end a'b'. J. J. Thomsons Resultat stemmer foreløbig i det hele og store med Wiens; Kanalstraalebundtet bestaar af forskellige Straaler.

Forklaringen, de to Forskere giver af Plettens Form, er imidlertid forskellig. Wien mener, at det, der varierer i Straalebundtet, først og fremmest er m, idet han antager, at Kanalstraalepartiklerne paa deres Vej gennem Røret virker som Adhæsionscentra, der kan indfange og holde neutrale Atomer fast, hvorved altsaa

Digitized by Google

m i $\frac{e}{m}$ forøges maaske til det flerdobbelte; herved vil Hastigheden under Kanalstraalepartiklens Fart ogsaa forandres. I Bundtet vil der derfor findes en rig Variation af Straaler, hvis Dele har forskellig Hastighed og Masse. Denne Forklaring kan J. J. Thomson ikke gaa med til; thi han slutter af Plettens Udseende efter Afbøjningen, at Hastigheden er nogenlunde konstant. Han mener derfor. at Forskellen mellem Straalerne i Bundtet skyldes en Variation i e. Kanalstraalepartiklen er fra først af positivt ladet, er et Atom, der f. Eks. har mistet en negativ Elektron; nu bevæger dette sig efter at have passeret Katodepladen gennem et Rum, hvori der findes ioniseret Luft altsaa ogsaa negative Elektroner. Efter al Sandsynlighed slipper ikke alle positive Straalepartikler gennem denne Vrimmel af negative Elektroner hen til den fluorescerende Plade uden at kollidere med eller trække en eller maaske flere negative Elektroner til sig. En hel Del Kanalstraalepartikler vil altsaa paa et større eller mindre Stykke af Vejen gennem Feltet enten ingen Ladning have eller maaske endog en negativ. Hastigheden paavirkes ikke kendeligt ved, at en eller nogle faa Elektroner fæstner sig til Kanalstraalepartiklen, idet dennes Masse er mange Gange større end Elektronens, derimod vil e og dermed $\frac{e}{m}$ forandres. Afbøjningens Værdi for $\frac{e}{m}$ bliver følgelig en Middelværdi for denne Størrelse under Farten fra Katode til Skærm og denne Middelværdi maa ventes at kunne faa alle Størrelser fra en vis pos. Værdi — svarende til at Straalen den hele Vej har sin oprindelige Ladning — gennem 0 til en vis negativ, der omtrent maa være lig den pos. Grænseværdi numerisk set. Men dette er i Virkeligheden ogsaa ganske stemmende med Forsøgsresultaterne. De „negative Straaler“ er dem, for hvilke $\frac{e}{m}$ i Middel har været negativ. J. J. Thomsons Opfattelse forklarer altsaa „de negative Straaler“, hvad Wiens ikke gør.

Herpaa vil vi vende os til det mere væsentlige i J. J. Thomsons Resultater, det der angaar Spørgsmaalet: Hvad er en Kanalstraalepartikel?

J. J. Thomson maalte paa sin Figur Maksimalværdien for $\frac{e}{m}$

Digitized by Google

og fandt, at den var 10^4; heraf maa han slutte, at de tilsvarende Straalepartikler har en Masse af Størrelse som et Brintatom Hvor omhyggeligt Brinten var fjærnet fra Røret er omtalt ovenfor.

Derpaa undersøgte J. J. Thomson ogsaa Afbøjningen i Brint, Helium og Argon ligeledes ved forholdsvis højt Tryk. Ved de to første Luftarter blev Fluorescenspletten trukket ud i to Baand. Bestemtes de til de to Baand svarende Maksimalværdier for $\frac{e}{m}$, fandtes ved Brint Værdierne $1{,}2 \times 10^4$ og 5×10^3 eller ca. $^1/_2$ $(1{,}2 \times 10^4)$. Ved Helium var Værdierne $1{,}2 \times 10^4$ og $2{,}9 \times 10^3$ eller ca. $^1/_4$ $(1{,}2 \times 10^4)$. Argon gav et enkelt Baand med Maksimalværdien 10^4 for $\frac{e}{m}$. Altsaa baade atmosfærisk Luft, Helium og Argon giver den Værdi for $\frac{e}{m}$, som svarer til en Masse af Størrelse som Brintatomet. Brint selv giver samme Værdi og tillige en anden, der svarer, som det synes, til Brintmolekylet H_2; men — og det er det væsentligste — hverken Luft eller Argon gav udprægede Værdier for $\frac{e}{m}$, svarende til henholdsvis N og O samt Ar, d. v. s. Fluorescenspletterne havde intet i deres Udseende — lysere Partier — der kunde tyde paa, at et større Antal Kanalstraalepartikler havde disse Atomers Masser. Alene Helium danner en Undtagelse; i Helium optraadte, som det syntes, Straalepartikler med Heliumatomets Masse, idet J. J. Thomson fandt en Værdi for $\frac{e}{m}$ lig $\frac{1}{4} \times 10^4$, og Heliumatomet er 4 Gange saa tungt som Brintatomet. J. J. Thomson erindrer om, at Partiklerne i Radiums α-Straaler giver Værdien $\frac{1}{2} \cdot 10^4$ for $\frac{e}{m}$ ikke $\frac{1}{4} \cdot 10^4$, skønt man maaske nærmest skulde vente det sidste paa Grund af den nære Sammenhæng mellem Radium og Helium. m for α-Partiklerne synes altsaa at have Brintmolekylets Masse. — Dette var Resultaterne, naar Trykket var af Størrelsesordenen $^1/_{50}$ mm. Ved de lavest anvendelige Tryk, saa Fluorescenspletterne efter Afbøjningen helt anderledes ud.

Kanalstraalerne ved meget lavt Tryk. Ved disse Tryk

Digitized by Google

maatte J. J. Thomson for at lette Udladningerne anvende en Katode, som bestod af et stærkt elektropositivt Metal, f. Eks. Kalcium. Benyttedes Platin, blev Røret i Almindelighed hurtigt ødelagt af Udladninger, der gik gennem dets Væg. J. J. Thomson fandt nu følgende. Hvilken Luftart eller hvilken Elektrode der end anvendtes, bestod Fluorescensen under Afbøjningen af to skarpt adskilte Pletter, a og d, som Fig. 6 viser. Den ene Plet gav Maksimalværdien 10^4 for $\frac{e}{m}$, den anden $\frac{1}{2} \cdot 10^4$, altsaa Brintatomets og Brintmolekylets Værdier. J. J. Thomson undersøgte Brint, Helium, atmosfærisk Luft, Neon og Kulsyre. Der var ingen væsentlig Forskel paa Pletternes Udseende ved disse Luftarter. Ikke engang Helium dannede



Fig. 6.

længer en Undtagelse, idet Værdien for $\frac{e}{m}$ svarende til Heliumatomet, nu ikke var at finde. Det synes altsaa, at Kanalstraalepartiklerne ved tilstrækkelig lavt Tryk bliver uafhængige af Luftarten i Røret. Alle Luftarter afgiver de samme to Slags Straaledele, hvoraf den ene har Brintatomets, den anden Brintmolekylets Masse. J. J. Thomson mener iøvrigt selv, at Straalepartiklerne kun ved lavere Tryk eller rettere høj Spænding er uafhængige af Stoffet, ved højere Tryk formoder han, at det vil vise sig, at Kanalstraalepartiklerne er positive Atomioner af Luftarten i Røret, saaledes som det var Tilfældet ved Helium ved det højere Tryk, han arbejdede med. Forsøgsresultaterne ved de lave Tryk anser han for fuldt sikre, d. v. s. J. J. Thomson mener det udelukket, at de ensartede Resultater kan skyldes smaa Restmængder af Brint i Røret. Han anfører Forsøg, der i høj Grad taler for, at han har Ret. Et var følgende. Røret pumpedes saa lufttomt, at Udladninger absolut ikke kunde gaa igennem. Derpaa bragtes der en ringe Mængde af et af følgende Stoffer ind i Røret: Luft, Kulsyre, Brint, Helium og Neon. Mængderne var afpassede saaledes, at Trykket i Røret steg til den Størrelse, det maa have, for at faa adskilte Fluorescenspletter. Ved alle Luftarter kom der to Pletter svarende den ene til $\frac{e}{m} = 10^4$ den anden til $\frac{e}{m} = \frac{1}{2} \cdot 10^4$. Kun ved Helium kom der yderligere

Digitized by Google

en Plet for $\frac{e}{m} = \frac{1}{4} \cdot 10^4$. Ved et andet vidtløftigt Forsøg stræbte J. J. Thomson ad fotometrisk Vej at paavise, at der ikke skete nogen Forandring i Fluorescensplettens Lysintensitet ved en absolut sikker og meget stor Forandring i den procentiske Mængde af Brint i Røret. Han pumpede dette, der først indeholdt atmosfærisk Luft saa stærkt ud, at de to Fluorescenspletter fremkom. Lysstyrken maaltes for Pletten svarende til 10^4. Derpaa fyldtes Røret med ren, tør Ilt, udviklet ved Opvarmning af Kaliumpermanganat, Røret pumpedes ud til Udladningsstrømmen var den samme som før. Pletten 10^4 havde da samme Intensitet som før. Herefter tømtes Røret fuldstændig, fyldtes atter med tør Ilt, pumpedes ud osv. Fyldningen og Udpumpningen gentoges ialt ca. 70 Gange i Løbet af 6 Dage, samtidig med at Udladninger 6 Timer daglig holdtes i Gang gennem Røret. Af og til maaltes ved samme Strøm Fluorescensplettens Intensitet, uden at dog nogen Forandring var at spore. Til sidst tømtes Røret fuldstændigt og fyldtes nu ikke med Ilt, men med Brint. Efter at samme Strøm som før var tilvejebragt ved Udpumpning, maaltes Lysintensiteten i Pletten 10^4. Den var den samme, som da Ilten fyldte Røret.

Som man vil se, har Studiet af Kanalstraalerne aabnet nye og vide Udsigter. Starks Undersøgelser har, synes det, ført til nærmere Kendskab om, hvad Bærerne for Stoffernes Liniespektra er eller kan være — positive Atomioner. J. J. Thomsons sidste Arhejder kaster, hvis Resultaterne bekræftes, Lys over den positive Elektricitets Natur og Stoffernes Bygning. At der vil blive arbejdet videre paa den Vej, J. J. Thomson er slaaet ind paa, kan der ikke være Tvivl om; en Mængde Spørgsmaal affødes jo af saadanne Resultater. Er f. Eks. en direkte Paavisning ved Spektroskopet af, at Kanalstraalepartiklerne er Brintioner, mulig? Eller: Var det tænkeligt, at man kunde neutralisere og isolere de formentlige Brintioner i Kanalstraalerne. Man kommer ved at læse om J. J. Thomsons Resultater til at tænke paa længst bekendte Ting, som den Kendsgerning, at Fiksstjærner af Siriustypen giver Spektra, der næsten kun indeholder mørke — eller undertiden lyse — Brint- og Heliumlinier. Eller det kendte, at Stoffernes Spektra er foranderlige med de Forhold, Stoffet befinder sig under. Udsendes Spektrene, det vil her sige Liniespektrene af pos. Atomioner, tyder dette paa en For-

Digitized by Google

andring i disse. J. J. Thomsens Arbejde lærer det samme, synes at fortælle, at denne Forandring kan blive saa gennemgribende, at de pos. Atomioner af alle Luftarter tilsidst bliver ens og maaske identiske med pos. Brintioner af Størrelse som et Brintatom eller et Brintmolekyle.

Literaturhenvisninger:
Goldstein: W. An. 64. pg. 38
Wien: W. An. 65. pg. 445.
Stark: Phys. Z. 2. 6. pg. 812. An. d. Phys. 21. pg. 457 samt pg. 462.
J. J. Thomson: Phil. Mag. Maj, August, September 1907.
J. J. Thomson: Elektricitäts-Durchgang in Gasen. 1906.

Anmeldelser.

A. E. H. Love: Lehrbuch der Elastizität (autoriseret tysk Udgave — under Forf.s Medvirkning — ved A. Timpe. Leipzig og Berlin 1907, B. G. Teubner. 664 Sider, 16,00 Mk.) Anmeldt af A. Ostenfeld.

Den foreliggende Bog er oversat efter Love's: „Treatise on the theory of elasticity", 2den betydelig omarbejdede Udgave (Forf. kalder den selv en „ny Bog, der indeholder nogle Uddrag af den tidligere — 1892-93 udkomne — Udg."). Ved Udarbejdelsen angiver Forf. at have tilsigtet tre Ting: at levere en Fremstilling, der kunde være brugbar for Ingeniører og andre, der hovedsagelig forfølger praktiske Formaal, at klargøre Elasticitetsteoriens Betydning for den teoretiske Fysiks almindelige Spørgsmaal og at give et nogenlunde fuldstændigt Billede af Videnskabens nuværende Standpunkt. At have saadanne forskellige Formaal for Øje kan jo i Almindelighed ikke just betragtes som en Lettelse ved Udarbejdelsen af en Lærebog, og selv ved en saa vidtgaaende Lærebog som denne forekommer det da ogsaa Anm. — for saa vidt han tør dømme derom —, at det kun har været muligt at forlige dem ved ikke at gennemføre dem altfor principfast. Hvad navnlig

Digitized by Google

Spørgsmaalet om Brugbarheden for Ingeniører angaar, maa dette Udtryk i alt Fald ikke forstaas, som om det har været tilsigtet at skrive en Bog, der var særlig let tilgængelig, eller hvis der endda ses bort herfra, særlig interessant for en Ingeniør med den sædvanlige bedste Uddannelse nu til Dags. Udviklingen er vel nok gennemgaaende ført lidt nærmere ind paa Livet af de i Teknikken forekommende Problemer, end det er almindeligt i Værker, der behandler den fysisk-matematiske Elasticitetsteori, men i de fleste Tilfælde indskrænker den sig dog paa dette Punkt til Antydninger eller korte Angivelser, der kræver et betydeligt Arbejde endnu; og som oftest faar man kun derigennem en klarere Forestilling om, hvor (sørgelig) langt der er mellem den blaa Teori og den graa Virkelighed, men ikke nogen Haandsrækning til at udfylde Kløften, — hvad man vel dog heller ikke kunde forlange. Med noget større Berettigelse savner man, at saadanne Problemer som f. Eks. Virkningen af en uensformig Temperaturændring eller Glassets Dobbeltbrydning i Spændingstilstand, som netop i den nyeste Tid har faaet ogsaa teknisk Interesse, kun er let strejfede, men naar man ser hen til Bogens Omfang, forstaar man, at det har været nødvendigt at begrænse sig.

Efter en interessant historisk Indledning, hvori der meddeles en kort Oversigt over Videnskabens Udvikling fra Galilei til Nutiden, gives i de første Afsnit den almindelige Teori for Formforandringer og Spændinger, Elasticitetskonstanterne indføres og forskellige rent fysiske Resultater meddeles, og Ligevægtsligningerne for isotrope og æolotrope Legemer opstilles og anvendes paa enkelte simple Tilfælde. Dernæst udvikles en Række almindelige Teoremer (Løsningens Entydighed, Minimum af Energi, Reciprocitet m. m.), Kraftvirkningens Udbredelse (Berøring og Stød), Ligevægtsligningernes Integration, hvorefter der gaas over til de specielle Opgaver vedrørende Ligevægt og Svingninger af Kugle og Cylinder, Paavirkninger til Vridning og Bøjning ved forskellige Belastninger, almindelig Teori for Vridning og Bøjning af „tynde“ Stænger, krumme Bjælker, Plader. Som man vil se af denne naturligvis meget kortfattede og ufuldstændige Indholdsangivelse, er Bogen overordentlig righoldig, og tilmed suppleres Udviklingerne stadig med meget udførlige Kildeangivelser.

Til Trods for Fremstillingens Knaphed i det hele taget, er det

Digitized by Google

en tyk Bog og en Bog, man helst skal gaa til med en Del Forkundskaber, men paa den anden Side en Bog, man ikke gaar fra uden et betydeligt Udbytte, og som paa det bedste kan anbefales enhver, der interesserer sig for Elasticitetsteorien og ønsker at danne sig et Overblik over dens Resultater og Rækkevidde.

Horace Lamb: Lehrbuch der Hydrodynamik, Deutsch von Johannes Friedel. (Teubners Forlag, Leipzig og Berlin, 1907. 778 Sider. Pris 20 Mk. indb.) Anmeldt af Johan Gehrke.

Af Forordet til den foreliggende tyske Udgave af Lamb's bekendte engelske Lærebog i Hydrodynamik fremgaar det, at der kun er foretaget ganske faa Forandringer fra Originalens tredje Udgave, saa at den tyske Oversættelse ikke indeholder noget særlig Nyt. — Man kan ganske slutte sig til Oversætteren, naar denne i Forordet skriver: „Denne Lærebog er i lige Grad anvendelig for Begynderen, der kun raader over det nødvendigste Kendskab til højere Matematik, og for den Viderekomne, der vil beskæftige sig med selvstændige Undersøgelser". Dette maa i Virkeligheden siges at være meget træffende. Begynderen gøres i første Kapitel bekendt med de hydrodynamiske Grundligninger (Euler, Lagrange, Webers Transformation) og føres efterhaanden frem til vanskeligere Sager; den Viderekomne vil med Fordel kunne bruge Værket som Haandbog, naar han vil gøre sig bekendt med et eller andet specielt Spørgsmaal; og Bogens Nytte forhøjes yderligere ved meget udførlige og fyldige Literaturhenvisninger, der gør det let at søge tilbage til de originale Arbejder.

En betydelig Fordel ved Bogen er, at paa visse Steder indledes Kapitlerne med sammenfattende Oversigter over saadanne funktionsteoretiske Undersøgelser, som er af Vigtighed ved Behandlingen af hydrodynamiske Problemer, men som ikke uden videre kan forudsættes bekendte for alle Læsere. Kapitlet om hvirvelfrie tredimensionale Vædskebevægelser indledes saaledes med en udførlig Oversigt over Kuglefunktionernes Teori, Kapitlerne om Bølgebevægelser med den almindelige Teori for smaa Svingninger, o. s. v.

Digitized by Google

Iøvrigt indeholder den 778 Sider store Bog naturligvis en kolossal Stofmængde. Efter at Grundligningerne er behandlede, undersøges i de følgende Kapitler de hvirvelfrie Bevægelser, saavel todimensionale som tredimensionale, faste Legemers Bevægelse i en Vædske, Hvirvelteorien, hvor navnlig Helmholtz's Undersøgelser har fundamental Betydning, Bølgebevægelser, Bevægelser i Vædsker med indre Gnidning, og endelig den for den fysiske Geografi vigtige Lære om roterende Vædskemassers Ligevægtsfigurer. — Navnlig Bølgebevægelserne gøres til Genstand for en meget interessant og indgaaende Behandling, der optager næsten Halvdelen af Bogen; der udvikles her Læren om Tidevandet og alle de Undersøgelser, som knytter sig hertil (saaledes f. Eks. Airy's Kanalteori og Laplace's Undersøgelser over Tidevandet paa en roterende Kugle), Læren om Overfladebølger (f. Eks. Skibsbølger) og om Bølgebevægelser i sammentrykkelige Medier (Lydbølger). —

Udstyrelsen er smuk, med klart og tydeligt Tryk og gode Figurer; ogsaa Korrekturen synes at være god.

F. Kohlrausch: Kleiner Leitfaden der praktischen Physik, andet Oplag, 1907. 268 Sider. Pris 4 Mark. (Teubners Forlag, Leipzig og Berlin). Anmeldt af Th. Sundorph.

Den lille Ledetraad er ikke nogen Indledning til, men en forkortet Udgave af samme Forfatters bekendte Lærebog i praktisk Fysik og har de samme Fortrin: Nøjagtighed og en kort, præcis Udtryksmaade. Den er beregnet som Hjælpemiddel for Studerende, som kun skal gennemgaa et mindre Kursus i Laboratorieøvelser; flere af Afsnittene kræver dog ret betydelige teoretiske Forkundskaber. Forsøgsbeskrivelserne er gennemgaaende kortfattede, idet Forfatteren, som anført i Forordet, anser Øvelser efter vidtløftig Recept for uheldige. — Bogen egner sig som Haandbog for Fysiklærere i de øverste Klasser, blandt andet paa Grund af de mange Tabeller bag i Bogen, men den store Udgave, Lærebogen, vil dog være at foretrække, da den paa flere Punkter giver Oplysninger, som man savner i den lille; eksempelvis kan nævnes, at Forf.

Digitized by Google

i den lille Udgave har udeladt Afsnittet om elektriske Bølger, hvori angives Dimensionerne for Hertz's Apparat til Fremstilling af staaende Bølger, der egner sig til Skoleforsøg.

Kielhauser: Die Stimmgabel, 1907. 188 Sider, Pris 6 Mark. (Teubners Forlag). Anmeldt af Th. Sundorph.

I denne Bog giver Forfatteren en samlet Oversigt over de Undersøgelser, som i Tidernes Løb er anstillede over Stemmegafler, og som findes spredte i en Mængde Tidsskrifter. Bogens Hovedafsnit handler om Lovene for Stemmegaflens Svingningstal, de forskellige Metoder til Svingningstallets Bestemmelse og dettes Afhængighed af Temperatur, Magnetisering, det Stemmegaflen omgivende Stof o. l. Saavidt Anm. kan skønne, har Forfatteren faaet alt af Betydning med, men Fremstillingen er flere Steder meget kortfattet, formodentlig for at holde Bogens Omfang indenfor passende Grænser; herpaa bøder dog den rigelige Litteraturhenvisning. Bogen, der ogsaa er beregnet for Læsere uden særlige fysiske eller matematiske Forudsætninger, slutter med 13 Sætninger og Regler om Stemmegaflen samt en udførlig Litteraturfortegnelse; den kan anbefales enhver, der interesserer sig for dette Emne, eller som i sin Virksomhed har Brug for Stemmegaflen.

Hagenbach: Die Stellung der Physik zu den Naturwissenschaften und der Technik, 1907. 25 Sider. Pris 0,80 Mark. (Teubners Forlag). Anmeldt af Th. Sundorph.

Det meste af det lille Hefte, der er Referat af et Foredrag, optages af almindelige Bemærkninger om Naturvidenskabernes og Matematikkens Betydning for hinanden. Først i Slutningen kommer det frem, der egentlig ligger Foredragsholderen paa Sinde; han advarer mod den Tendens, der ved forskellige tyske Højskoler

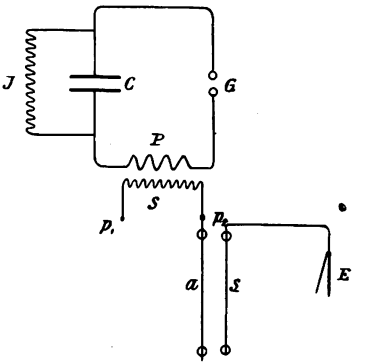
Digitized by Google

skal være til at lægge for megen Vægt paa at uddanne Specialister, idet han med Rette gør opmærksom paa, at en Tekniker let kan komme til kort nogle Aar efter sin Eksamen paa Grund af Teknikens rivende Udvikling, hvis han ikke har et godt almindeligt Grundlag at bygge paa i Naturlære og Matematik.

Referat.

W. Winter. Phys. Zeitsch. 8. J. Nr. 22. Neue Beobachtungen bei einer an einem Pol der Sekundärspule einer Teslatransformators strahlenden Antenne.

Winters Forsøg udførtes med en Opstilling, der skematisk er fremstillet i vedføjede Figur. Her forestiller: J den sekundære Vikling i en Induktor paa 10 cm's Gnistlængde, C en Kondensator (Kleistes Flaske), G en Gnistbane mellem to Zinkkugler, P den primære Vikling i Teslatransformatoren, endelig S de sekundære Viklinger i samme. CGP danner en Svingningskres, hvortil S er koblet. Det er de elektriske Forhold omkring en til Transformatorens ene Pol p_2 fastgjort „Antenne" a, som Winter har gjort til Genstand for sine Undersøgelser. Antennen bestod i Alm. af en 80 cm lang 0,15 mm tyk Staaltraad, udspændt horisontalt mellem to Ebonitstænger. De elektriske Forhold omkring Antennen undersøgtes i større Afstand fra denne ved en parallelt med Antennen udspændt 60 cm langt Staaltraad s, der stod i Forbindelse med Elektroskopet E. Tættere inde ved Antennen, hvor Gnister vilde slaa over til s, benyttedes ved Undersøgelserne Lichtenbergske Figurer.



Digitized by Google

Forsøg og Resultater.

Winter fandt, at Forholdene omkring Antennen afhang af, om Transformatorens anden Pol p_1 var isoleret eller afledet til Jorden. Var p_1 afledet og anbragtes Sonden s i Afstanden 150 mm fra A, ladedes Elektroskopet op med positiv Elektricitet. Idet s nærmedes til A voksede Elektroskopets Udslag først indtil Afstanden 70 mm, derpaa aftog det og blev 0 i Afstanden 35 mm. Førtes Sonden videre, skiftede E's Ladning og blev negativ. 20 mm fra A var Udslaget saa stort, som det blev for neg. Ladning, aftog derpaa igen. Winter varierede Forsøget under Anvendelse af Antenner af andet Materiale. Forholdet forandredes dog ikke derved i sine Hovedtræk. Det saa ud, som om Antennen var omgivet af to Zoner, en ydre med pos. Ladning og en indre med neg. — Nu viste der sig imidlertid det mærkelige, at Zonerne paa en Maade byttedes om, naar Polen p_1, der før var afledet til Jorden, isoleredes. Den ydre Zone blev negativ, den indre positiv. Saaledes som her er anført, var de elektriske Forhold længere borte fra Antennen. Winter undersøgte nu ogsaa Feltet tæt op til A, ved at udspænde A umiddelbart over en Glasplade bestrøet med Bürkers Pulver (1 Rf. Karmin, 3 Rf. Lykopodium, 5 Rf. Svovl).

Winther fandt paa denne Maade, at der tæt inde om Antennen laa endnu to Zoner; disse svarede ganske til de to ydre. Var p_1 afledet, fandtes den pos. yderst, omvendt, naar p_1 isoleredes. Winter sluttede sig til Tilstedeværelsen af de indre Zoner ved at betragte de Lichtenbergske Figurer, der fremkom paa Glaspladen. Paa denne saas 2 Par Striber, et Par paa hver Side Antennen. De ved Antennen nærmest var røde, naar p_1 var isoleret, gule, naar p_1 var afledet Det røde Karminpulver svarer, véd man, til pos. El., mens det gule Svovlpulver samler sig der, hvor der findes neg. Ladning.

Forklaring paa Resultaterne.

Winter gør først opmærksom paa, at Fænomenet, han iagttager, minder om eller vel nærmest er det samme som det, Hiemstedt har iagttaget ved Spidsudstraaling fra en Teslapol. Himstedt fandt uden om Spidsen to Zoner, hvoraf den ydre var neg., den indre pos. Winter har altsaa paavist, at den saakaldte Hiemstedt-Effekt ikke alene finder Sted omkring en Antenne, men at den ogsaa kan vendes om.

Digitized by Google

Forklaringen, som Winter giver, er den, at der fra Polen p_2 eller dennes nærmeste Omgivelser finder en Udstraaling af Ioner Sted; Udstraalingen bestaar afvekslende af pos. og neg. Ioner — i Takt med de elektriske Svingninger i Teslatransformatorens sekundære Kres. Hvis nu p_1 er afledet, vil de pos. Ioner slynges bort fra p_2 med størst Hastighed eller i ethvert Fald naa længere ud end de neg. Ioner. I en vis Afstand fra Antennen vil der derfor permanent findes et Overskud af pos. Ioner. De neg. Ioner slynges ikke saa langt bort, men til Gengæld maa flere af dem optages af en Sonde, der anbringes indenfor den omtalte Afstand; ellers kunde man ikke forstaa, at Sonden i denne Zone, der skiftevis passeres af pos. og neg. Ioner, ladedes negativt op. Winter gør nu opmærksom paa, at man ikke kan forklare den negative Opladning alene ved at antage, at flere negative Ioner udsendes end positive; thi saa var det nemlig uforstaaeligt, at Fænomenet kunde vendes om. Man kan vel nemlig gaa ud fra, at Ionstrømmens Styrke maa vokse med Teslapolens Spænding. Isoleres Teslaspolens anden Pol p_1, finder man imidlertid, at de neg. Ioner nu slynges længere bort; heraf maa man nødvendigvis slutte, at Polen p_2's neg. Potential er større end før og atter altsaa, at flere neg. Ioner end før maa udsendes fra den; men hvorledes kan saa Sonden indenfor den neg. Zone nu lades positivt op. Den negative Strøm er jo stærkere end før, mens den positive maa være svagere. Winter mener derfor, at Forklaringen paa den neg. Ladning i første Tilfælde, den pos. i sidste, ligger i, at de negative Ioner, naar p_1 er afledet, har ringere Hastighed end de pos. og derfor i større Tal „indfanges" af Sonden; omvendt naar p_1 er isoleret. At en Sonde, som den her benyttede, i høj Grad trækker Ioner til sig, forstaas, naar man erfarer, at Forsøg, udført af O. Lehmann, gav det Resultat, at et til Jorden afledet Metaltraadsnæt kunde bruges til at „filtrere" al Elektricitet fra Luft, der var elektriseret — ioniseret —, naar Maskerne blot var 1 cm mindre i Diameter. Paa denne Maade forklarer Winter Hovedresultater af de ovenfor omtalte Forsøg. Som man vil se, er Sagen dermed ikke helt klaret; navnlig var det interessant at faa undersøgt Aarsagen til den formentlige Usymmetri i Teslapolens Spændingsvariationer.

Jul. Hartmann.

Digitized by Google

Mindre Meddelelser.

I. Toppen af en Regnbue.

I Sommeren 1906 havde jeg Lejlighed til fra Sjællands Nordkyst at se et Fænomen, som maaske kan have nogen Interesse.

Det var d. 18. August Kl. ca. 2 Em. Mørke Tordenskyer drev for en Søndenvind ad Sverige til, medens det samtidig klarede op i Syd. Af og til lynede det, og snart viste der sig et temmelig udstrakt rødgult Skær i Retning af Höganäs. Det laa nær at antage, at Lynet havde slaaet ned derovre og voldt Ildløs. Men efter en 10 Minutters Tid viste sig en grøn Farve nedenfor det rødgule Skær, hvoraf man kunde slutte, at det maatte være Toppen af en Regnbue, som paa Grund af sin Nærhed ved Horizonten synede særlig stor, ligesom Tilfældet er med Solen og Maanen. Efterhaanden som Solen dalede, voksede Regnbuen selvfølgelig og blev samtidig mere og mere utydelig, idet Skyerne fjernede sig.

Ifølge den bekendte Teori for Regnbuen maa Solen paa det nævnte Tidspunkt have haft en Højde af ca. 41°, hvilket en sfærisk Beregning ogsaa viser.

P. B. Freuchen.

II. Marskanalerne*).

Lowell imødegaar her Newcomb, som i sin Kritik**) af Marsobservationerne særlig har fremhævet den sfæriske Aberrations Indflydelse. Denne bevirker jo, at et lysende Punkt afbildes som en lille cirkelrund Plet, og at en lysende Linie — saavel som en mørk Linie — viser sig uskarp samt bredere, end den vilde gøre uden Aberration. Virkningen forøges yderligere ved, at det meste Lys gaar udenom Aberrationscirklen. Lowell hævder, at selv om man ikke formaar at samle alt Lyset fra et Punkt indenfor denne lille Cirkel, saa viser Erfaringen dog, at Øjet ikke lægger Mærke

*) Astrophys. Journal 1907.

**) Se Fys. Tidsskr. denne Aarg. S. 51.

Digitized by Google

til det Lys, der gaar udenom, saa at Billedet alligevel ses skarpt. Dette er f. Eks. Tilfældet med Dobbeltstjerner, som hver især viser sig skarpt afgrænsede. Lowell anfører Optikeren Taylors Undersøgelser som Støtte for sin Anskuelse. Hvad selve Marskanalerne angaar, forsikrer L., at de viser sig med al ønskelig Tydelighed, sete med skarpe Øjne og i den rene Luft, hvoraf Lowell-Observatoriet er begunstiget. Det samme gælder de Skygger, som Jupitermaanerne kaster paa Jupiter; trods Halvskyggerne viser de sig skarpe.

Angaaende Newcombs Forsøg med Blækstriber bemærker Lowell, at de ikke har været anbragte i den rette Afstand fra Iagttageren, saa at de ikke er sete under den til Marskanalerne svarende Synsvinkel. L. omtaler Forsøg, som han selv har gjort med Blækstriber iagttagne under den rette Synsvinkel, og de viste sig skarpe baade i Kikkert og for det blotte Øje.

Newcomb føler sig dog ikke overbevist, men bemærker, at selv om man ser bort fra det Lys, der gaar udenom, saa er og bliver der Aberration, og selv om Kanalerne viser sig som tydelige Striber, saa kan der være forskellige Meninger om, hvad det er, der ser saaledes ud.

Lowell slutter af med en Bemærkning om, at han vil fortsætte Undersøgelserne. P. B. Freuchen.

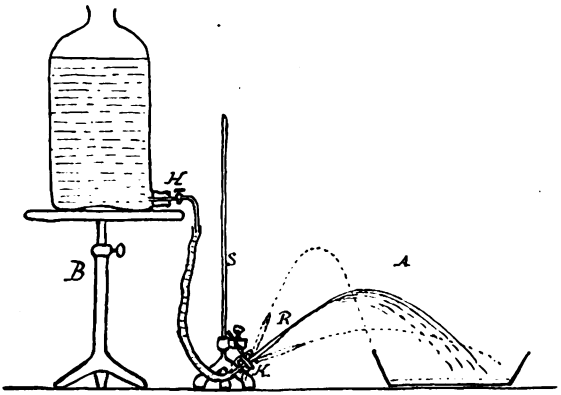
Fysik i Skolen.

I. Et lille Skoleforsøg.

Ved at danne et lille Springvand kan man meget nemt illustrere et udkastet Legemes Bevægelse. Røret R's Aabning maa være meget fin. R maa ved Hjælp af Kloen K kunne drejes i forskellige Stillinger. Ved Hanen H kan Vandstrømmen standses. Ved at hæve og sænke Bordet B med Vandflasken illustreres Begyndelseshastighedens Betydning; ved at dreje R i forskellige Stillinger ser man, hvilken Indflydelse Anlægsvinklen faar. —

Digitized by Google

Holder man en gnedet Ebonit- eller Lakstang ved A, samles Straalebundtet til en enkelt samlet Straale. Det sidste interessante Forsøg fandt jeg i „Kosmos, Handweiser für Naturfreunde“,



Jan. 1908. Der stod om det, at det „bis jetzt noch nicht genügend aufgeklärt ist“. Det var jo muligt, at en eller anden af dette Tidsskrifts Læsere kunde give en Forklaring.

Johs. Kofoed,

II. Kemi i Realklassen.

Fysikundervisningen i Realklassen kunde næppe være ordnet paa en for Fysiklærere mere tilfredsstillende Maade, end det er sket ved Cirkulære af 19. Novbr. 1906.

Realklassens Fysikundervisning skal være en fyldigere Fremstilling af Afsnit, som Skolen selv vælger. Som passende Afsnit er i Cirkulæret nævnt:

1. Afsnit af Varmelæren.
2. Elementær Elektroteknik.
3. Energilære.
4. Partier af Fysikens Historie.
5. Elementer af Spektralanalysen og lidt om Himmellegemernes fysiske Beskaffenhed.
6. Lidt Kemi med Anvendelse af Tegnsprog.

Digitized by Google

Det er iøjnefaldende, at de 6 Afsnit falder i 2 Grupper. Den første Gruppe omfatter 3 Hovedafsnit: Uddyben af Varme-, Elektricitets- og Ligevægts- og Bevægelseslære. De 3 Afsnit vil sikkert være dem, der hyppigst kommer paa Programmet. De ligger jo unægtelig ogsaa lige for. Den anden Gruppe omfatter de 3 sidste Afsnit, der nærmest er at betragte som Biafsnit. — Lidt af Fysikens Historie, en lille Udvidelse af Lyslæren og Kemiens Uddyben ved Indførelse af det kemiske Tegnsprog.

Jeg har en Følelse af, at de 3 Afsnit sjældent kommer paa Skolens Program.

Der er dog et af disse Afsnit, som turde have Krav paa lidt større Opmærksomhed, nemlig Kemien.

Der er i Mellemskolen lagt en Grund, der med et godt Udbytte kan bygges videre paa. Eleverne har igennem Forsøg lært en Del Stoffer at kende, set en Del kemiske Processer og faaet en Del Resultater slaaet fast. Interessen er vakt, og Eleverne vil sikkert være glade for at faa Kemien taget op igen i Realklassen.

De pædagogiske Krav om Udvikling af Elevernes Iagttagelsesevne og Tænkeevne opfylder Kemien i fuldt Maal.

At Ministeriet har imødekommet de manges Krav om Anvendelse af det kemiske Tegnsprog, maa anses for meget heldigt.

De, som har prøvet at medtage Tegnsproget med Elever, der har faaet lidt Interesse for Kemi, ved i hvor høj Grad dette interesserer dem, og hvor let selv mindre begavede Elever formaar at anvende det. Ja, selv kemiske Beregninger falder ikke Eleverne svært.

De kemiske Tegnsprog byder ingen Vanskeligheder.

Vanskelighederne ligger i Stofvalget og Stofordningen.

Stofvalget maa ikke alene være afhængig af, om det, man medtager, kan bruges til Indøvelse af Tegnsproget.

To andre Momenter maa være medbestemmende; der maa medtages:

1. saadanne Forbindelser og Stoffer, som Eleverne kommer i Berøring med i det daglige Liv;
2. det, som har Betydning for Forstaaelsen af andre Fag f. Eks. Fysik og Fysiologi.

Følgende Emner vil jeg anse for passende at medtage ved Kemiundervisningen i Realklassen:

Digitized by Google

De første Timer anvendes til at slaa Resultaterne fra Mellemskolens Kemiundervisning fast, hvorefter man gør Eleverne bekendt med det kemiske Tegnsprog.

Med Anvendelse af Tegnsprog gennemgaas:

1. Grundstofferne: Kvælstof, Svovl, Klor, Fosfor, Silicium og Arsen med deres vigtigste Forbindelser.

Der er her Lejlighed til at udvide Elevernes Kundskab til disse vigtige Grundstoffers Egenskaber og Forekomst.

Her er et rigt Udvalg af Forbindelser, som interesserer Eleverne at faa noget at vide om, og som det har Betydning for dem at kende nærmere til, særlig for Forstaaelsen af Fysiologien. Kvælstoffets Ejendommeligheder og dets store Betydning i Naturen maa Eleven gennem Kemiundervisningen faa Øjet op for.

Ogsaa andre Steder møder han Kvælstofforbindelser, f. Eks. i Elementer. Hvad der foregaar i et Bunsens Element interesserer Eleven at vide Besked med. Et Stof som Kvælstofforilte med dets mærkelige Egenskaber interesserer alle unge Mennesker. Ogsaa blandt de øvrige nævnte Grundstoffers Forbindelser vil man møde en Del, der gør Krav paa at medtages.

2. Nogle Metaller og kemiske Forbindelser af disse.

Adskillige af Metallerne bør Eleverne kende lidt nærmere til. Paavisning af enkelte af disse, f. Eks. Sølv og Kobber, interesserer Eleverne, og ved Paavisningen er tilmed en udmærket Lejlighed til Anvendelse af Tegnsproget ved at vise den kemiske Omsætning paa Tavlen.

Blandt Metallernes Ilter og Hydrater er der ogsaa en Del udmærkede Emner til Indøvelse af det kemiske Tegnsprog f. Eks. Kalcium.

3. Kulstof og Kulstofforbindelser.

Efter en Gennemgang af Kulstoffets Forekomst og de vigtigste kulsure Salte, staar vi ved Overgangen til de organiske Stoffer.

Dette Afsnit maa medtages nogenlunde fyldigt.

Kulhydraterne med Omdannelsesprodukter af disse, som Spiritus og Eddike, samt Æggehvidestofferne og Fedtstofferne, deres Sammensætning og Egenskaber, deres Optræden i Plante- og Dyreriget

Digitized by Google

samt deres Anvendelse som Næringsmidler er Ting, som en Realist nu maa vide Besked med.

Det er dagligdags Spørgsmaal og nødvendige for Forstaaelsen af Planternes og Dyrenes Fysiologi.

Hertil kommer, at de mange smukke Forsøg, som her er Anledning til og, som tilmed let lader sig udføre af Eleverne selv, sikrer en virkelig Tilegnelse af et betydningsfuldt Stof.

En Kemi for Realklassen vil sikkert blive hilst med Glæde af mange Lærere.

L. P. Lauritsen.

Kgl. Anordning angaaende forkortede Betegnelser for metrisk Maal og Vægt af 7de December 1907.

I alle offentlige Forhold og ved al Undervisning vil der, naar de nedenfor anførte Enheder og Benævnelser for metrisk Maal og Vægt ikke skrives helt ud, være at benytte de vedføjede forkortede Betegnelser:

Længdemaal.

Myriameter eller Metermil	mrm
Kilometer	km
Hektometer	hm
Dekameter	dam
Meter	m
Decimeter	dm
Centimeter	cm
Millimeter	mm
Mikron ($^1/_{1000}$ Millimeter)	μ

Flademaal.

Kvadratkilometer	km^2
Hektar	ha
Ar	a
Kvadratmeter	m^2
Kvadratdecimeter	dm^2
Kvadratcentimeter	cm^2
Kvadratmillimeter	mm^2

Rummaal.

Kubikmeter	m^3
Kubikdecimeter	dm^3

Digitized by Google

Kubikcentimeter	cm^3
Kubikmillimeter	mm^3
Kiloliter	kl
Hektoliter	hl
Dekaliter	dal
Liter	l
Deciliter	dl
Centiliter	cl
Milliliter	ml
Mikroliter ($^1/_{1000}$ Millimeter)	λ

Vægtstørrelser.

Ton	t
Kilogram	kg
Hektogram	hg
Dekagram	dag
Gram	g
Decigram	dg
Centigram	cg
Milligram	mg
Mikrogram ($^1/_{1000}$ Milligram)	γ

De nævnte forkortede Betegnelser — af hvilke de vigtigste er særlig fremhævede — skrives med lille Begyndelsesbogstav og sættes bag ved hele Taludtrykket.

Decimaler adskilles fra det hele Tal ved Komma; men iøvrigt bør Komma ikke anvendes mellem Cifrene i et Tal.

Digitized by Google

J. J. Thomsons hypotetiske Atommodeller.

Ved

Helge Holst.

Efter at Elektronforskningen og Radiumforskningen havde tilvejebragt et reelt Grundlag for den Antagelse, at Atomer er sammensatte af mindre Dele, maatte Spørgsmaalet om Atomernes indre Bygning nødvendigvis trænge sig frem i Forgrunden blandt de store fysiske Problemer. Der er naturligvis fremkommet adskillige Spekulationer angaaende denne Sag; særlig Interesse har de Forsøg, J. J. Thomson har gjort paa at udtænke bestemte Atommodeller, som samtidig med, at de tilfredsstillede statiske og dynamiske Ligevægtsbetingelser, kunde give Udgangspunkter for Forklaring af vigtige fysiske og kemiske Atomegenskaber.

Da de Thomsonske Atommodeller ikke tidligere har været nærmere omtalt i „Fysisk Tidsskrift", skal her gives en kort Fremstilling af Sagen efter den sidste Udgave (1907) af J. J. Thomsons Bog: The corpuscular teory of matter".

Det maa paa Forhaand fremhæves, at hvad det her drejer sig om, er ikke en fuldt udviklet Teori om, hvorledes Atomerne i Virkeligheden maa antages at være byggede. Til en saadan Teori er Tiden ikke moden, saa længe vi med særdeles fyldige Kundskaber om de negative Atombestanddele (eller i alt Fald nogle af dem) — nemlig de negative Elektroner, eller, som Th. helst kalder dem, Korpusklerne — forbinder en næsten fuldstændig Uvidenhed om de positive Bestanddeles Natur. Men selv om man vil kalde de Antagelser, Th. har lagt til Grund for sine Atommodeller, ikke blot usikre og vilkaarlige, men endog i høj Grad usandsynlige, saa har hans Betragtninger dog den Betydning, at de gennem bestemte Eksempler paaviser Muligheden af at forklare Ting som Mendelejeffs Lov, Grundstoffernes forskellige Valens m. m. ud fra Forskelligheder m. H. t. Antallet og Ordningen af Korpuskler i Atomet.

Digitized by Google

Korpusklernes Ordning i Atomet.

„I Mangel af bestemt Viden om, hvorledes positiv Elektricitet er til Stede i Atomet, vil vi," siger Th., „betragte et Tilfælde, i hvilket den positive Elektricitet er fordelt paa den Maade, som er lettest tilgængelig for matematisk Beregning; det er, naar den er til Stede som en Kugle af ensartet Tæthed, i hvilken Korpusklerne er fordelt. Den positive Elektricitet drager Korpusklerne til Kuglens Centrum, medens deres gensidige Frastødning driver dem bort fra det; naar de er i Ligevægt, vil de være fordelt saaledes, at for hvert Korpuskel afbalanceres Tiltrækningen fra den positive Elektricitet af Frastødningen fra de andre Korpuskler."

Spørgsmaalet er nu, hvorledes forskellige Antal af Korpuskler vil fordele sig i en saadan Kugle, hvis positive Elektricitet er ækvivalent med Korpusklernes negative.

Hvis der kun er et Korpuskel, vil det aabenbart gaa til Kuglens Centrum. Kalder vi det Arbejde, som udkræves til fuldstændig at adskille de elektriske Ladninger, Q, vil Q være Forskellen mellem det Arbejde, som kræves til at drage Korpusklet ud af Kuglen og føre det bort til uendelig Afstand — og det Arbejde, som vindes, naar alle Dele af den positive Kugle faar Lov at følge deres indbyrdes Frastødninger og spredes i det uendelige. Det kan vises, at $Q = \frac{9}{10}\frac{e^2}{a}$, hvor e er et Korpuskels Ladning og a Kuglens Radius.

Er der to Korpuskler i en Kugle med Radius a, vil de lægge sig i en Centerlinje og i Afstanden $\frac{a}{2}$ fra Centrum, og i dette Tilfælde bliver $Q = \frac{21}{10}\frac{e^2}{a}$.

(Da $2 \times \frac{9}{10}\frac{e^2}{a}$ er mindre end $\frac{21}{10}\frac{e^2}{a}$, vilde der vindes Arbejde (frigøres Energi), naar to Systemer med hver et Korpuskel smeltede sammen til ét System med to Korpuskler, saafremt Størrelsen af den positiv elektriske Kugle er éns i et System med to Korpuskler og i et System med ét Korpuskel. I saa Fald vilde derfor Ordningen med to Korpuskler i en Kugle være den mest

Digitized by Google

stabile; der vilde med andre Ord være en Tendens til Dannelse af mere sammensatte Systemer af simplere. Men vi vilde komme til det modsatte Resultat, om vi gik ud fra, at Kuglen med to Korpuskler har samme Rumfang som begge de to Kugler med ét tilsammen).

Tre Korpuskler i en enkelt Kugle vil være i stadig Ligevægt, naar de ligger ved Vinkelspidserne af en ligesidet Trekant med Centrum i Kuglens Centrum og Siden a; her bliver $Q = \frac{36}{10}\frac{e^2}{a}$.

Fire Korpuskler maa ordne sig i Hjørnerne af et Tetraeder, hvis de skal være i Hvile; men de kan ogsaa være i stadig Ligevægt i en plan Firkant, naar de er i hurtig Rotation. Seks Korpuskler kan ordne sig i et regulært Oktaeder. Derimod vilde det være en ustadig Ligevægtsstilling, der fremkom, naar otte Korpuskler anbragtes ved Hjørnerne af en Tærning. Det vilde være et meget indviklet Problem at finde Fordelingen af n Korpuskler, og Th. har derfor indskrænket sig til at løse Problemet for det Tilfælde, at Korpusklerne alle ligger i en Plan gennem Kuglens Centrum. Den matematiske Behandling af denne Sag findes i „Philosophical Magazine" for Marts 1904.

Anbringes de n Korpuskler ved Vinkelspidserne af en regulær n-Kant, kan man for dennes Radius finde en Værdi, der giver Ligevægt; men Ligevægten vil være ustadig, dersom Korpusklernes Antal er over 5, og fler end 5 Korpuskler kan altsaa ikke ordne sig i en enkelt plan Ring. Man kan imidlertid have en Ring, der indeholder mere end 5 Korpuskler, naar der er andre Korpuskler indenfor Ringen. 7 Korpuskler vil saaledes være i stadig Ligevægt med et af dem i Kuglens Centrum, de 6 andre i en Ring. Et stort Antal vil ordne sig i koncentriske Ringe; 60 f. Eks. danner 5 Ringe med 20 i den yderste, 16 i den anden, 13 i den tredje, 8 i den fjerde og 3 i den femte. I omstaaende Skema ses Ordningen for ethvert Antal Korpuskler fra 1 og op til 69. Under det med fede Cifre trykte Tal, der angiver Antallet af Korpuskler i et Atom, er anført Antallene af Korpuskler i Atomets forskellige Ringe; disse er ordnede saaledes, at Yderringens Korpuskeltal staar øverst.

Digitized by Google

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	6	7	8	8	8	9	10	10	10	11
1	1	1	1	2	3	3	3	4	5	5

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	13	14	14	15	15
5	6	7	7	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11
1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	4	4	5	5	5

32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17
11	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	13	13	14	14	15	15
5	6	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10	10	10	10	10	11
1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	4	4	5	5	5

49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
17	18	18	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	21
15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17
11	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	14	14	15	15	15
5	5	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	11
1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	5	5	5	5

Mekaniske Modeller af de Thomsonske Atomer — eller i alt Fald af Korpusklernes Fordeling i dem — kan tilvejebringes ved Hjælp af magnetiske Synaale. Naar et Antal ens Synaale magnetiseres ganske ens ved Strøg med en Magnetstang, derefter stikkes gennem Korkskiver og sættes i Vand med ensartede Poler opad og endelig udsættes for Tiltrækning fra en Magnetstang, der holdes over Vandkarret, saa vil Naalene ordne sig i lignende Figurer som Korpusklerne i Thomsons Atomer. Frastødningen mellem Naalenes ensartede Poler svarer nemlig til Frastødningen mellem Korpusklerne, og den tiltrækkende Magnetpol repræsenterer Atomets positive Bestanddel. Sættes der efterhaanden flere og flere Naale i Vandet, viser det sig, at 3 Naale ordner sig i en regulær Trekant, 4 i en Firkant, 5 i en Femkant; men den 6te Naal bryder Reglen, idet der dannes en Femkant med 1 Naal i Midten. 7 Naale danner en Ring af 6 med 1 i Midten; det viser sig altsaa, at en Ring af 6 er ustabil, naar den er hul, men bliver stabil, saasnart

Digitized by Google

der kommer 1 indenfor. I det hele taget kan man hverken af Korpuskler i Atomet eller af Naalmagneter have en stor Mængde yderst ude og ingen indvendig; men har man et godt Grundlag af indre Korpuskler eller Naale (f. Eks. en Del sammenbundne Naale), kan en Yderring med mange af dem være i stadig Ligevægt. Den i ovenstaaende Skema angivne Korpuskelordning kan ved de flydende Magneter illustreres for et betydeligt Antal af Korpuskler.

Ved en nøjere Betragtning af Skemaet vil man se, at de Korpuskelsystemer, som staar i samme lodrette Række, har meget tilfælles; thi hvert System kan dannes af det ovenstaaende System ved Tilføjelse af en ny Etage i Talkolonnen svarende til, at der lægges en ny Korpuskelring udenom det gamle Systems Ringe, hvor Korpusklernes Antal bevares helt eller næsten uforandret. I den første lodrette Række finder vi saaledes Systemerne: 1; 5, 1; 11, 5, 1; 15, 11, 5, 1 og 17, 15, 11, 5, 1. I de andre Rækker er der vel nogle Afvigelser fra denne simple Opbygningsregel; men Afvigelserne bliver mindre, jo højere vi kommer op i Korpuskeltal.

Mellem Egenskaberne af Atomer, hvor Korpuskelordningen har saadanne Ligheder som Systemerne i en lodret Række, kan man vente at finde adskillige Lighedspunkter. Lad os f. Eks. tage de Svingninger, som udsendes i Æteren ved Korpusklernes Bevægelse. Disse Svingninger kan deles i to Sæt. — Det første Sæt bestaar af dem, der hidrører fra Korpusklernes Rotation i deres Cirkelring. Dersom alle Korpusklerne i et Atom har samme Vinkelhastighed, er Svingningstallet for de ved Korpuskelringens Rotation frembragte Svingninger proportionalt med Antallet af Korpuskler i Ringen. Og der vil saaledes i Spektret af hvert af de Grundstoffer, som svarer til Korpuskelsystemer i en af Skemaets lodrette Rækker, findes Rækker af Linjer, hvis Svingningstal skulde staa i konstant Forhold til hverandre, idet dette Forhold skulde være Forholdet mellem Antallet af Korpuskler i de forskellige Ringe. — Det andet Sæt Svingninger er dem, der svarer til, at en Ring er bragt ud af sin Cirkelform. Dersom et Korpuskels Afstand fra dets Nabo i Ringen er lille sammenlignet med dets Afstand fra det nærmeste Korpuskel i en anden Ring, vil Tilføjelsen af en Yderring kun „perturbere“ den først betragtede Rings Svingninger uden at foraarsage en Grundforandring af deres Karakter. Vi skulde saaledes

Digitized by Google

vente at finde beslægtede Linjegrupper hos Grundstoffer hørende til samme lodrette Række. — Vi maa kort sagt vente, at saadanne Elementer har mange baade fysiske og kemiske Egenskaber fælles.

Dersom vi antager, at Atomvægten for forskellige Grundstoffer er proportional med Antallet af Korpuskler i Atomet, kan vi betragte Ligheden mellem Korpuskularsystemer i samme lodrette Række af Skemaet som svarende til en meget paafaldende Ejendommelighed ved de kemiske Grundstoffer nemlig den Ejendommelighed, som er udtrykt ved Mendelejeffs periodiske Lov. Vi ved, at hvis vi ordner Grundstofferne efter deres Atomvægt, betragter dem ét for ét i denne Orden og mærker os et Grundstof — f. Eks. Lithium — med visse Egenskaber, vil vi efter at have passeret mange Grundstoffer, som ikke ligner Lithium, komme til et andet, Natrium, som har mange Egenskaber fælles med Lithium; gaar vi videre, forsvinder disse Egenskaber for en Tid, men kommer igen ved Kalium, o. s. fr.

Grundstoffernes Valens og elektrokemiske Forhold.

Vi skulde nu se, hvorledes Thomson ved sine Atommodeller kan gøre Rede for Dannelsen af kemiske Forbindelser, for Forskellen mellem elektropositive og elektronegative Grundstoffer og for Begrebet Valens.

Lad os i dette Øjemed paa Skemaet S. 148 f. Eks. betragte de 9 Korpuskelsystemer med 59, 60 . . . 66 og 67 Korpuskler. Alle disse Systemer har 20 Korpuskler i Yderringen; men dennes „Stabilitetsgrad" er forskellig i de forskellige Systemer. I det første — det med 59 Korpuskler — er der indenfor Yderringen ikke flere Korpuskler end det mindste Antal, der kræves til at gøre en Ring med 20 stabil; i det andet — det med 60 — er der et indvendigt Korpuskel mere end, hvad der kræves til Stabilitet; i det tredje er der to i Overskud. o. s. fr. op til det niende — det med 67 — hvor der er 8 Korpuskler i Overskud. Dette skulde nu have til Følge, at der kræves mindre Arbejde til at løsrive et Korpuskel fra dem af de 9 Systemer, der har de ringere Korpuskel-Antal, som 59, 60 og 61, end fra dem, der har højere Korpuskel-Antal som 65, 66 og 67. At der kun kræves et ringe Arbejde til at løsrive et Korpuskel fra et System, udtrykker Thomson ogsaa paa en anden Maade, idet han siger, at

Digitized by Google

Systemets „Korpuskulartryk“ er højt. Gaar vi fra „Systemet 59“ til „Systemet 67“ skulde Korpuskulartrykket altsaa stadig aftage; men gaar vi et Skridt videre, nemlig til Systemet 68, stiger Korpuskulartrykket pludselig; thi „68“ har en Yderring paa 21 og kun lige netop nok af indre Korpuskler til at gøre Ringen stabil. Og omvendt: gaar vi fra Systemet 67 til Systemet 59 stiger Korpuskulartrykket; men gaar vi et Skridt videre nemlig til „58“, indtræder der en pludselig Nedgang i Korpuskulartrykket; thi 58 Korpuskler vil ordne sig med en Yderring paa 19 og rigeligt med indre Korpuskler.

Hvis et Atom i normal uelektrisk Tilstand indeholder 62 Korpuskler, og man paa en eller anden Maade tilfører det Korpuskler, saa at Antallet af dem vokser til 63, 64 . . . 67, vil Atomet antage en stærkere og stærkere negativ elektrisk Ladning (fordi Korpuskler er negative Elektroner), som i og for sig vil søge at fjærne de tilkomne Korpuskler og at hindre yderligere Tilgang; men denne Bestræbelse modvirkes i større eller mindre Grad derved, at Systemets Stabilitetsgrad forøges, eller dets Korpuskulartryk formindskes. Ved Overgangen til 68 faar vi imidlertid et næsten ustabilt System (med højt Korpuskulartryk), og det 6te Korpuskel vil derfor ikke kunne sidde fast i det stærkt negative Atom. Mere end 5 ekstra Korpuskler kan vi derfor ikke haabe at paatvinge Atomet „62“, og dets negative Elektrisering kan højst naa op til 5 Elektronladninger. — Omvendt vilde man ved at fjærne Korpuskler fra Atomet gøre det mere og mere positiv elektrisk og samtidig til at begynde med forøge Korpuskulartrykket. Men ogsaa i dette Tilfælde vilde man naa et Punkt, hvor yderligere Fradrag af Korpuskler pludselig blev meget vanskeligere — nemlig naar Korpuskulartrykket pludselig aftog (ved Overgang fra 59 til 58 Korpuskler). — Det maa erindres, at Massen af et Korpuskel er overmaade ringe i Forhold til alle kendte Grundstoffers Atomvægt, saa at en Tilgang eller Afgang af nogle faa Korpuskler ikke ændrer Atomvægten kendeligt og heller ikke forvandler Atomet til noget helt nyt undtagen i elektrisk Henseende.

For at se, hvorledes disse Betragtninger kan anvendes paa kemiske Forhold, vil vi tænke os to forskellige Atomer A og B bragte tæt sammen. A antages at have større Korpuskulartryk end B, hvilket jo vilde sige, at der kræves mindre Arbejde til at løs-

Digitized by Google

rive et Korpuskel fra A end til at løsrive et fra B. Der vil da være en Tendens til, at et Korpuskel (eller flere) gaar fra Atomet A over til Atomet B. Herved vil A blive positiv elektrisk, B negativ elektrisk, og de elektriske Tiltrækninger vil holde de to Atomer fast sammen, saa at de kommer til at danne et Molekyl af en kemisk Forbindelse. Idet A har større Tilbøjelighed end B til at blive positiv elektrisk, siger man, at det Grundstof, hvoraf A er et Atom, har en mere elektropositiv Karakter end det andet.

Om der gaar et eller flere Korpuskler fra A til B, beror paa Omstændighederne. Lad os antage, at A var et Atom, der i normal uelektrisk Tilstand havde 61 Korpuskler, saa vilde det ved at afgive ét faa 60 og samtidig større Korpuskulartryk, og antager vi tillige, at B's Korpuskulartryk aftager ved Tilgang af Korpuskler, vil Flytningen være tilbøjelig til at fortsættes, saa at A's Korpuskelantal gaar ned til 59. Men gaar der endnu et Korpuskel bort fra A, vil den derved frembragte Nedgang fra 59 til 58 (med den meget stabile Yderring paa 19) pludselig bringe A Korpuskulartryk saa stærkt ned, at Korpuskularstrømningen skifter Retning, og det sidst mistede Korpuskel vender tilbage til A. Mere end 2 Korpuskler kunde Atomet A, hvis det normale Korpuskelantal var 61, altsaa ikke miste, og vi siger da, at det er Atom af et divalent elektropositivt Grundstof. — Dersom B kun kunde tage mod 1 Korpuskel, uden at dets Korpuskulartryk, fik en pludselig stærk Forøgelse, vilde det være Atom af et monovalent elektronegativt Grundstof (Eksempel: et Atom med normalt 66 Korpuskler), og to Atomer af denne Slags kunde forbinde sig med et Atom A, idet de fik hver et Korpuskel fra det; der vilde med andre Ord dannes en Forbindelse som $MgCl_2$.

De Grundstoffer, hvis Atomer ikke kan miste mere end et Korpuskel, uden at deres Korpuskulartryk undergaar en brat Formindskelse, hører i Almindelighed til de udpræget elektropositive Stoffer; deres Atomer har nemlig i Reglen et saa højt Korpuskulartryk, at de vil være tilbøjelige til at afgive et Korpuskel til de fleste andre Grundstofatomer og derved blive den positive Del af det dannede Molekyl. Men Betegnelserne elektropositiv og elektronegativ er relative. Hvis Atomer af et udpræget elektropositivt Stof træffer Atomer med endnu højere Korpuskulartryk, kan de modtage Korpuskler fra disse og indgaa som negativ Del af de

Digitized by Google

dannede Molekyler. Et Grundstof, hvis Atom svarer til Korpuskulargruppen 60, vilde i Almindelighed have elektropositiv Karakter og da være monovalent; men overfor et Stof, hvis Atomer har endnu højere Korpuskulartryk, kunde det optræde som elektronegativt, og da Atomet 60 kan modtage indtil 7 Korpuskler, uden at dets Korpuskulartryk faar en brat Tilvækst (ved Overgang fra 67 til 68), vilde det under disse Forhold have Valensen 7. Ligesaa vil Atomer svarende til Korpuskulargruppen 66 danne et Grundstof, som i Almindelighed er elektronegativt og monovalent, men som ogsaa kan optræde som elektropositivt og da med Valensen 7, idet Korpusklernes Antal kan gaa ned til 59 uden brat Formindskelse af Korpuskulartrykket.

Dette Forhold, at et Grundstof viser forskellig Valens, eftersom det optræder som den positive eller negative Del af en kemisk Forbindelse, er vel kendt fra Kemien. Saaledes har Klor Valensen 1 i en Forbindelse som H Cl, hvor Kloret er den negative Bestanddel; men det har meget højere Valens, naar det er i Forbindelse med et meget elektronegativt Stof som Ilt. Jod er et andet godt Eksempel; det er monovalent i Forbindelser med elektropositive Stoffer som Metaller, men har meget højere Valens, naar det er i Forbindelse med mere elektronegative Stoffer (f. Eks. Forbindelsen $I Cl_5$).

At der eksisterer saadanne kemisk uvirksomme Stoffer som Helium, Argon osv., forstaas let af Thomsons Atommodeller. Et Atom som det, der svarer til Korpuskulargruppen 59 i Skemaet, synes saaledes af Naturen dømt til Ensomhed. Paa en Maade maa man sige, at det tilhører et stærkt elektropositivt Grundstof, da det har et meget højt Korpuskulartryk, idet dets Yderring er lige paa Randen af Ustabilitet; det maa derfor være meget tilbøjeligt til at indlede Forbindelse med Atomer af elektronegative Stoffer; men ikke saa snart har det afgivet et Korpuskel til et saadant Atom, før det skifter Karakter, faar meget lavt Korpuskulartryk og fordrer det afgivne Korpuskel tilbage; denne Vægelsindethed forpurrer Forbindelsen. Man kan sige, at Grundstoffet „59“ er elektropositivt med Valensen 0. Som elektronegativt Grundstof har det Valensen 8, men det vil næppe komme til at optræde i denne Egenskab, da der ikke er Rimelighed for, at der findes andre

Digitized by Google

Grundstoffer, som har endnu stærkere elektropositiv Karakter og dog højere Valens end 0.

Efterhaanden som et Atom afgiver eller modtager Korpuskler, bliver det mere og mere elektrisk og modsætter sig af den Grund stærkere og stærkere yderligere Afgang eller Tilgang. Det kan derfor ved et polyvalent Atom blive vanskeligere at udfylde de sidste end de første Valenser, og herved forklares Eksistensen af „umættede" Forbindelser som f. Eks. PCl_3 eller $MnCl_2$. Denne Vanskelighed vil snarest faa Betydning, naar de Korpuskulartryks-Forskelle, som søger at drive Korpuskler fra et Atom til et andet, er smaa, d. v. s. naar de to Grundstoffer ligner hinanden i Egenskaber. Man kunde saaledes vente, at et Grundstofs Valens overfor et andet af lignende Egenskaber vil vise sig mindre end dets Valens overfor et vidt forskelligt Grundstof.

Thomson gennemgaar forskellige andre kemiske og fysiske Forhold, undersøger, hvorledes de kan forliges med den antagne Atombygning, og viser, at saadanne Betragtninger kan fremkalde Formodninger om nye Egenskaber, der er tilgængelige for eksperimentel Undersøgelse, — med andre Ord, at det ikke blot er ufrugtbare Spekulationer.

Som allerede fremhævet er det kun for at faa simple Beregninger, at Th. har tænkt sig alle Korpusklerne liggende i en Plan og antaget, at den positive Elektricitet var ensformigt fordelt i en Kugle. Dersom man antager en tredimensional Fordeling af Korpusklerne og tillige en anden Fordeling af den positive Elektricitet, vilde Antallet af Korpuskler svarende til bestemte Atomegenskaber utvivlsomt blive anderledes; men det er rimeligt, at i det mindste nogle af de Ejendommeligheder, som fandtes ved de undersøgte stabile Korpuskel-Systemer, ogsaa vilde træde frem under mere indviklede Forhold.

Antallet af Korpuskler i et Atom.

For enhver Teori, der forudsætter, at Korpuskler (negative Elektroner) er en væsentlig Bestanddel af Atomerne, bliver et af de vigtigste Spørgsmaal dette: Hvor mange Korpuskler er der i et Atom?

Thomson søger at besvare dette Spørgsmaal ad tre Veje, nemlig ved Betragtninger angaaende 1) den sekundære Røntgen-

Digitized by Google

straaling, 2) forskellige Stoffers Gennemtrængelighed for Katodestraaler og 3) Stoffernes optiske Egenskaber.

De, der ønsker at kende disse Betragtninger, henvises til Thomsons Bog eller til en Artikel i Phil. Mag. for Juni 1906; her skal blot nævnes Resultatet.

For det første finder Th., at Antallet af Korpuskler i et Atom er proportional med Atomvægten; dette stemmer med, hvad man vilde vente, og en saadan Regel var jo Forudsætningen for, at Th.s Atommodeller kunde forklare Mendelejeffs periodiske Lov.

Men ikke nok hermed. Han kommer tillige ad alle 3 Veje til det Resultat, at Antallet af Korpuskler er lig med eller omtrent lig med Atomvægten, saa at altsaa et Brintatom (i normal uelektrisk Tilstand) kun indeholder 1 Korpuskel, et Iltatom, 16 osv. Dette er et højst mærkeligt og overraskende Resultat, og det faar end mere Interesse ved at sammenstilles med Thomsons S. 127—129 omtalte Forsøg, som ogsaa synes at give Brint en Særstilling mellem Grundstofferne. Det maa bemærkes, at de Betragtninger og Eksperimenter, hvorved det er fundet, er uafhængige af de tidligere omtalte Spekulationer over stabile Korpuskelsystemers Bygning, og det synes snarere at vanskeliggøre end at lette de herpaa hvilende Forklaringer af Atomernes Egenskaber. Thomson synes dog ikke at anse de opstaaede Vanskeligheder for uovervindelige. Men det kan ikke nægtes, at Opdagelsen af, at Antallet af Korpuskler i Atomerne er saa ringe, kun gaar daarligt i Traad med de Anskuelser om Atomernes Opbygning af positive og negative Dele, som er vokset frem af de senere Aars Forskninger. Dersom den negative Del af et Brintatom kun er et enkelt Korpuskel, hvis Masse jo er noget som en Tusindedel af Atomets, synes det bl. a. vanskeligt at fastholde den Antagelse, at al Masse er af elektrisk Natur. I sin i 1907 udkomne Bog „Electrons“ siger Oliver Lodge endogsaa om Thomsons Bevis for Korpusklernes Faatallighed, at det er det alvorligste Slag, som nogensinde er rettet mod Teorien om Stoffets elektriske Natur, i alt Fald i dens simplere og grovere Form.

Oliver Lodge mener, at der er Muligheder for at slippe udenom Thomsons Bevisførelse, bl. a. ved at antage, at Hovedmassen af Atomet er et Konglomerat af positive og negative Dele i saa tæt og uadskillelig Forbindelse, at denne slet ikke kan brydes af ydre

Digitized by Google

Kræfter, medens der desforuden findes nogle faa mere frit stillede Elektroner; det skulde da kun være disse sidste, der indgaar i Thomsons Beregninger. Thomson selv søger derimod ved en særlig Teori om den positive og negative Elektricitets Natur at forlige den Antagelse, at den negative Grundenhed (Korpuskel eller Elektron) har en Hundreder af Gange saa ringe Masse som den elektrisk ækvivalente positive Del af et Atom, med den Antagelse, at al Masse er af elektrisk Oprindelse.

Forskellige Atomhypoteser.

Til Slut skal her anføres en Oversigt, som Lodge i sin før nævnte Bog giver over forskellige Hypoteser, som kan opstilles angaaende Bygningen af et Atom.

1) Hovedmassen af Atomet kan bestaa af almindeligt Stof (d. v. s. gammeldags. Newtonsk, ikke elektrisk Stof — hvad det nu ellers er for noget) i Forening med tilstrækkelig positiv Elektricitet (hvad man nu skal forstaa derved) til at neutralisere Ladningen paa den Elektron eller de Elektroner, som utvivlsomt eksisterer i Forbindelse med hvert Atom.

2) Hovedmassen af Atomet kan bestaa af en Mængde positive og negative Elektroner sammenblandede og holdende sammen som Kloderne i en Stjernehob ved deres gensidige Tiltrækninger — enten i indviklede Kredsbevægelser eller statisk i visse geometriske Figurer, som holdes i stadig Ligevægt med passende Forbindelser.

3) Hovedmassen af Atomet kan bestaa af en sammenhængende kugleformet Masse eller „Gelé“ af positiv Elektricitet, i hvilken et elektrisk ækvivalent Antal Elektroner er „saaet“, rimeligvis fordelende sig i Ringe og kredsende om Centrum af Geléen under Paavirkning af en Kraft, der er rettet mod Centret og proportional med Afstanden fra det. — Dette er Thomsons Atommodel, der, som vi har set, kan føre os et langt Stykke frem mod Forklaringen af en Række fysiske og kemiske Atomegenskaber. Det maa endvidere nævnes, at de radioaktive Egenskaber til Dels kan forklares derved, at de kredsende Atomer gennem den fra „Centripetal-Accelerationen“ hidrørende Udstraaling (som forøvrigt paa Grund af Interferensfænomener kan blive Tusinder eller Millioner Gange saa ringe for en Kreds af flere Elektroner som for en enkelt Elektron) efterhaanden taber Hastighed, og at der herved tilsidst kommer et

Digitized by Google

Tidspunkt, da Systemet ikke længer er stabilt, men under en Slags Eksplosion gaar over til en anden Ordning, idet samtidig en eller flere Elektroner og muligvis Fragmenter af Atomets positive Del farer ud i Rummet.

4) Atomet kunde bestaa af en „Centralsol" af stærkt koncentreret positiv Elektricitet og en Mængde Elektroner, der vandrede om denne Centralsol i lignende Baner som Asteroiderne om Solen. Herved vilde man faa en Tiltrækningslov som Newtons og Bevægelseslove som Kepplers, hvilket dog ikke synes at svare til nogen Iagttagelse.

5) Atomet kunde bestaa af en Mængde tæt og uadskilleligt forbundne positive og negative Dele samt nogle faa mere frit stillede Elektroner, saaledes som det er anført ovenfor.

Af disse Hypoteser, der alle er mer eller mindre ubestemte og ufuldkomne, er Thomsons den eneste, som er udviklet saa vidt, at den kan kaste Lys over Stoffernes bekendte kemiske Egenskaber og tilmed give Impulser til Undersøgelser over ukendte Egenskaber.

Hans Christian Ørsted.

1800—1804.

Af

L. P. Lauritsen.

Spørger man i en Kreds af unge Mennesker, hvis Kundskaber svarer til det, der erhverves i en Almueskole, om de kender Navnet H. C. Ørsted, vil man faa et enstemmigt Ja, men spørger man saa, hvem H. Chr. Ørsted var, og hvad han har udrettet, faar man intet Svar. — Dog vil sandsynligvis en enkelt svare, at han har opfundet Telegrafen.

Dette, at H. Chr. Ørsted er bleven populær som maaske ingen anden dansk Mand, skønt en stor Del af det danske Folk kender lidet eller intet til hans Liv og Virksomhed, er i og for sig ikke saa underligt.

Digitized by Google

Man maa huske paa, at Hovedresultatet af Ørsteds Forskning: Strømmens Indvirkning paa Magnetnaalen, er en ren videnskabelig Opdagelse, som man vanskelig kan tænke sig skulde gøre Ophavsmanden populær blandt Lægfolk, om den ikke havde affødt et Apparat som Telegrafen, hvis praktiske Anvendelse var vel egnet til at fange Menigmands Interesse. Det er ikke saa mærkeligt, at Ørsted kommer til at staa for mange som Telegrafens Opfinder.

Hertil kommer, at medens den danske Literatur i Nutiden omfatter ikke saa ganske lidt af Enkeltskildringer af danske Digtere, ja endogsaa Historie- og Sprogforskere, hvortil kommer Samlinger af Biografier og literære Skildringer, er der kun forholdsvis faa Naturforskere, hvis Liv og Virksomhed er behandlet i let tilgængelige Skrifter.

Med Hensyn til H. Chr. Ørsted findes vel korte biografiske Oplysninger i leksikalske Værker, særlig i Salmonsens Konversationsleksikon og Dansk biografisk Leksikon, hvortil kommer Ørsteds Autobiografi i Kofoeds Konversationsleksikon, men ellers findes kun Skrifter omhandlende særlige Sider af Ørsteds Virksomhed, saaledes: Christiansen: „Ørsted som Naturfilosof" 1903 og Marius Christensen: „Ørsted og det danske Sprog" i Danske Studier 1904.

Her maa ogsaa nævnes Hardings interessante Artikel: „Ørsteds Virksomhed for Udbredelse af Naturkundskab" i dette Tidsskrifts 2. Aargang 1904.

Hermed er ogsaa Ørstedbiografien i det væsentlige udtømt. Ørsteds: „Samlede og efterladte Skrifter" med en Biografi, forfattet af Digteren C. Hauch, er udsolgt i Boghandelen, og den interessante Samling af Breve fra og til H. Chr. Ørsted, der 1870 udsendtes af Ørsteds yngste Datter, Mathilde Ørsted, er ligeledes udsolgt.

Her skal forsøges, væsentlig paa Grundlag af ovennævnte Kilder, at gives en Skildring af Ørsted og hans Tid.

Med Hensyn til Ørsteds Barndom og første Ungdom henvises til ovennævnte Artikel af Harding, og det følgende vil omhandle Ørsted, fra han er færdig med sine Eksamensstudier, til han vender tilbage fra sin første Udenlandsrejse 1804.

En Skildring af Ørsted i disse Aar, fra 1800—1804, bliver et Blad af Fysikkens Historie i en Periode, da Grunden lægges til

Digitized by Google

Nutidens moderne Fysik, da Elektricitet og Magnetisme fra at være Kuriositeter udvikler sig til at tages i det praktiske Livs Tjeneste.

Ørsted er et Led i Rækken af denne Periodes store Mænd, hvis Stræben gaar ud paa at faa et dybere Kendskab til Naturkræfterne, og hans Liv og Virksomhed maa ses i Sammenhæng med disses. Lige saa lidt som Ørsteds Opdagelse 1820 var en tilfældig Iagttagelse, men maa ses som Frugten af mange Aars Søgen efter Forbindelsesleddet mellem Naturkræfterne — lige saa lidt staar Ørsteds Forsken ene, men han er et Led i Rækken af de mange, der bragte den ny Tid frem.

I Aaret 1800 var H. Chr. Ørsted, skønt kun 23 Aar, ikke alene færdig med sine Eksamensstudier, men havde endogsaa to Gange erhvervet sig en akademisk Pris, nemlig 1797 for Besvarelsen af Universitetets Prisopgave: „Hvorledes kan det prosaiske Sprog fordærves ved at komme det poetiske for nær, og hvor er Grænserne mellem det poetiske og prosaiske Udtryk?“ og 1798 for Besvarelsen af den medicinske Prisopgave: „Om Modervandets Oprindelse, Natur og Nytte“. Desuden havde han 1799 opnaaet Doktorværdigheden for en latinsk Afhandling: „Grundtrækkene af Naturmetafysikken“.

Han maa nu se at finde sig en Livsstilling, og foreløbig bliver han Bestyrer af Løveapoteket i København under Professor Mantheys Udenlandsrejse og overtager ligeledes dennes Forelæsninger over Kemi ved det kirurgiske Akademi.

I denne Stilling bliver han eet Aar til 1801.

Den 10. Juli 1800 døde den medicinske Professor Aasheim, der havde holdt Forelæsninger ved Universitetet over Fysik, og der aabnede sig derved en omend kun svag Mulighed for Ørsted for at blive Professor i Fysik.

Universitetet havde ikke siden Kristian den Sjette havt noget Professorembede i Fysik, men Forelæsningerne over dette Fag blev besørgede enten af den medicinske eller af den matematiske Professor.

Ørsted tænkte sig nu ved Aasheims Død Muligheden for Oprettelsen af et Professorembede i Fysik, som han da vilde søge. Det viste sig dog snart, at han kun turde have et meget svagt Haab om at blive Professor foreløbig.

Digitized by Google

Professoren i Astronomi og Matematik, Bugge, (der har gjort sig fortjent ved Danmarks Opmaaling), tilbød at holde Forelæsning over den matematiske Fysik, og den kemiske vilde man tilbyde den bekendte Veterinær Abildgaard, naar han kom tilbage fra sin Udenlandsrejse (Norge).

En Gren af Fysikken synes man imidlertid helt at have glemt, nemlig Elektricitet og Magnetisme, og her var maaske Haab.

Ørsted henvendte sig til Professor i Teologi Münther, som var en meget formaaende Mand paa den Tid, men her synes ikke at være meget at vente. Tysk af Fødsel (f. i Gotha) ønskede Münther Pladsen besat med en Udlænding, der, som han mente, bedst kunde hæve Universitetet i Udlandets Øjne. Ørsted skrev i et Brev til Professor Manthey herom: „Heri maa jeg tilstaa, at jeg er meget uenig med ham; thi dels er det ikke at haabe, at en berømt Mand, der rimeligvis vil være aldeles ukendt med Landets Sprog og Universitetets Indretning, i de første Aaringer vil være i Stand til at udrette noget for Universitetet, og desuden kan dette Institut jo ikke have nogen Ære af, at det ikke har kunnet opdrage nogen duelig Lærer i sit Skød.“*)

For at fælde en uhildet Dom maa man dog tage Hensyn til Naturvidenskabernes Stilling i Danmark i det 18. Aarhundrede.

Indtil Midten af Aarhundredet havde det været en i naturvidenskabelig Henseende død Tid her i Danmark, samtidig med at store Opdagelser var blevne gjorte i andre Lande, uden at de hos os vakte nogen synderlig Opmærksomhed. Først i Aarhundredets sidste Halvdel kom Fysikken til at indtage en mere fremskudt Plads ved Universitetet, men det var en Tysker, der vakte Interessen.

I 1753 indkaldte Frederik den Femte en Tysker, Kratzenstein, der som Medlem af det medicinske Fakultet skulde holde Forelæsntnger over Fysik og Kemi. Kratzenstein var en dygtig Mand, der havde stor Interesse for Fysikken. Da Universitetet ingen fysisk Samling havde, anskaffede han sig for egen Regning en Samling af fysiske Instrumenter, som han skænkede Universitetet.

Enkelte Danske begyndte nu at faa Interesse for Fysik og at virke for Forstaaelsen af dette Fags Betydning. Blandt disse staar

*) Mathilde Ørsted: Breve fra og til H. C. Ørsted I. 4.

Digitized by Google

Digteren Hauchs Farbroder, Overhofmarskal A. W. Hauch, i første Række. Han skaffede sig en stor Samling Apparater, holdt Forelæsninger, ja udgav endog en Lærebog i Fysik: „Begyndelsesgrunden til Naturlæren", der vandt en betydelig Udbredelse. Den blev oversat paa Tysk og Svensk, og paa Dansk udkom den i ny Udgave 1799, 5 Aar efter første Udgave.

Man vil kunne forstaa, at det i og for sig ikke var saa underligt, om man havde faaet en usvigelig Tro paa, at det var fra Tyskland, Fremskridtet i naturvidenskabelig Henseende maatte komme.

At man i den 23-aarige unge Mand skulde faa en saa berømt Videnskabsmand, der senere skulde kaste Glans over Danmark, var jo paa det Tidspunkt ikke godt at vide.

Udsigterne for Ørsted var altsaa ikke synderlig gode, dog var der jo den Mulighed, at Abildgaard, der var en gammel Mand, slet ikke vilde modtage den ham tiltænkte Plads.

Ørsted skrev til Abildgaard og fortalte ham, hvordan Sagerne stod, og bad ham om en Anbefaling, for saa vidt han ved at søge Pladsen ikke kom i Kollision med Abildgaards egne Ønsker. I et Brev til Ørsted af 22. August 1800 svarer Abildgaard: at han ikke kan forstaa, at man kan falde paa at gøre ham saadant et Tilbud i hans Alder, og at — „naar Pladsen blev besat med nogen anden end Ørsted, blev den ikke vel besat" *).

Ørsted indsendte da sin Ansøgning og i November 1800 udnævntes han til Adjunkt.

I Aaret 1807 skrev Ørsted i en lille Artikel: „Noget om Menneskets indre Væsen": — „At tænke, jeg mener at være i fuld aandelig Virksomhed, er den højeste Salighed paa Jorden eller rettere den eneste Salighed. At tilbagekalde sig de salige Timer, hvor Aanden hæver sig til en højere Kreds, hvor Ideen som Lynglimt gennemkrydser Sjælen og befrugter den til ny Frembringelser er den sødeste Erindring" **).

Man kan forstaa, at Ørsted kan se tilbage paa de Ungdomsaar, der er gaaede, med Glæde og Begejstring. Det er lykkelige

*) Mathilde Ørsted: Breve I. 5.

**) Samlede og efterladte Skrifter af H. C. Ørsted IX. 77.

Digitized by Google

Aar, der ligger bag ham, Aar, i hvilke han har været fuldt optaget af Tidens store Spørgsmaal. Galvanis Opdagelse (1780) og Voltas Søjle (1800) havde ført Elektriciteten ind paa nye Spor, og Carlisles og Nicholsens Sønderdeling af Vandet ved den elektriske Strøm (1800) havde sat alle Kemikere i Bevægelse. Det var en Tid rig paa Ideer. Store Opdagelser laa i Luften; man anede kommende Dages store Fremskridt paa Fysikkens og Kemiens Omraade. Til Trods for det store Arbejde, Ørsted maatte udføre, fik han dog Tid til at eksperimentere. Sammen med Hauch anstiller han Forsøg med en Voltas Søjle sammensat af 600 Plader af Zink og Sølv. Det lykkes dem at frembringe saa kraftige Gnister, at de kan antænde Fosfor med dem, men til deres Forundring kan de ikke som ved Elektricermaskinen aflede Elektriciteten uden ved Berøring, og Apparatet har kun en ringe Virkning paa Elektroskopet. Selv gør Ørsted sine Forsøg med en Søjle bestaaende af 60 Plader af Zink og Grafit. Om et af Forsøgene skriver han i et Brev til Professor Manthey: „Uagtet der var den største Sandsynlighed for, at de to Arter af galvanisk Elektricitet fra Zink- og Blyantsenden nemlig ikke alene var forskellige, men endog modsatte, saaledes at de forenede ophævede hinanden, saa holdt jeg det dog for bedst at have et positivt Bevis derfor. Dette har jeg fundet, nemlig, at naar jeg leder disse Elektriciteter ved Metaltraade til Vandet for deraf at udvikle Luft, saa ophører denne Virkning aldeles, naar jeg bringer begge Traadene i Berørelse og begynder paany, naar Berørelsen ophæves“ *).

For at forstaa Betydningen af disse Forsøg maa man huske paa, at Galvanisme og Elektricitet, saadan som den frembragtes ved en Elektricermaskine, oprindelig stod som to Ting, der ikke havde noget med hinanden at gøre. Først Voltas Opdagelse viste, at Galvanisme er Elektricitet, og nu laa den Opgave lige for at finde saa mange Berøringspunkter imellem de to som muligt, at kunne fremkalde de samme Fænomener med Galvanismen som med Elektricermaskinen.

Forskellen mellem Berøringselektricitet og Gnidningselektriciteten udtrykker en samtidig Forfatter (Hauch) saadan: „I Gnidningselektriciteten leger Kræfterne ligesom mere paa Overfladen, i

*) Mathilde Ørsted: Breve fra og til H. C. Ørsted I. Side 11 og 12.

Digitized by Google

Berøringselektriciteten kommer de mere fra Dybet, fra det Indre af Legemerne" *).

I denne Tid konstruerer Ørsted ogsaa et Apparat til Maaling af Galvanismen paa Grundlag af den elektriske Strøms Spaltning af Vandet.

Ørsted var imidlertid ikke tilfreds med at holde Forelæsninger og studere her hjemme; han vilde ud at lære noget af de mange udmærkede Mænd, som paa den Tid fandtes rundt omkring i Landene. Han vilde ud at høre andre holde Forelæsninger for at lære af deres Fejl og Fortrin og derigennem at dygtiggøre sig til sin Fremtidsgerning: at meddele andre af sin Viden, og endnu mere end det, han vilde ud for at se, hvad der var i de fremmede Lande af tekniske og videnskabelige Fremskridt. I et Brev af 28. Oktober 1800 skriver han til sin Ven Professor Manthey, at hvis han skulde give Afkald enten paa et Embede eller en Udenlandsrejse, gav han Afkald paa Embedet.

I Aaret 1801 tiltraadte Ørsted sin første Udenlandsrejse, hvorfra han først vender tilbage i Januar 1804.

Ørsteds Venner var bange for, at han med sit forlegne Væsen vilde faa Vanskelighed ved at stifte Bekendtskaber, men det viste sig at gaa bedre, end man havde ventet. Sagen var, at naar blot Talen var om noget, der interesserede Ørsted, og særlig, naar det var hans egen Videnskab, kunde han tale med en Varme og Begejstring, som rev alt med sig, og hertil kommer, at han ved sit stille og bramfri Væsen let kunde vinde de fremmede Lærde for sig.

Værst var det for Ørsted, naar der vistes ham en alt for høj Grad af Galanteri; det gjorde ham forlegen og tvungen, hvor han skulde være høflig, og at gengælde med pyntede Talemaader faldt ham vanskeligt, fordi han, som han selv siger, „finder de fleste Artigheder latterlige eller slaviske og ingen Betydning har" **). I Berlin præsenteredes han for en Baron som „Herr von Ørsted", og mange Steder kaldte man ham Professor. „Dette", siger Ørsted, „skal passere for en Kompliment; mig forekommer det virkeligt at

*) Samlede og efterladte Skrifter IX. Side 133.
**) Mathilde Ørsted: Breve I. 17.

Digitized by Google

være uartigt, naar man betragter det fra den Side, at dette er en Maade at sige Folk, at man ikke er dem fornem nok" *).

Overgangen mellem det 18. og 19. Aarhundrede er i mange Henseender en Gæringstid og ikke mindst paa Naturvidenskabernes Omraade. Naturvidenskaberne befandt sig, paavirkede af den schellingske Naturfilosofi, i en filosofisk Periode, i hvilken man var tilbøjelig til gennem en almindelig Naturbetragtning uden grundige Enkeltstudier at søge Enheden i Naturen. Ørsted blev stærkt paavirket af denne Retning og i høj Grad optaget af Enhedstanken, men som den grundige Naturforsker og ivrige Eksperimentator, han var, søgte han at naa Maalet netop gennem de mange detaillerede Undersøgelser. For Ørsted er det Naturen selv, der skal spørges til Raads gennem Forsøg, og kun det Svar, disse giver, kan han betragte som afgørende. Gennem Forsøg maa Enheden vises, om Beviset skal faa Gyldighed.

Allerede ved Begyndelsen af Rejsen fik Ørsted af en Dr. Heyer i Cassel Adressen til en Mand, med hvem han kom til at staa i et meget fortroligt Forhold. Denne Mand var Ritter, der paa dette Tidspunkt boede i en Landsby i Nærheden af Weimer.

Ritter skal her omtales lidt udførligere, fordi han har haft en ikke ubetydelig Indflydelse paa denne Periodes naturvidenskabelige Udvikling, omend en ulykkelig Skæbne og maaske en lidt for stor Letsindighed svækkede hans Energi, saa han fik mindre ud af sit Liv, end han maaske ellers havde faaet.

Ritter var en Præstesøn fra Schlesien. Indtil det 14de Aar gik han i en Latinskole, men paa dette Tidspunkt satte Faderen ham i Apotekerlære, og han gav sig nu til med stor Iver at studere Matematik og Kemi, særlig det sidste. Han fik ikke megen Vejledning, og naar hans Kundskaber ikke slog til ved Arbejdet i Laboratoriet, maatte han prøve sig frem; Vejen var lang, men de Kundskaber, han paa denne Maade tilegnede sig, blev saa meget desto grundigere, og hvad der var det bedste ved Metoden var, at han udviklede sig til en selvstændig og dygtig Eksperimentator og Forsker.

Apotekets Laboratoriearbejde kunde dog ikke i Længden tilfredsstille hans Kundskabstrang. Hans Fader havde ikke Raad til

*) Mathilde Ørsted: Breve I. 60.

Digitized by Google

at lade ham studere, men han havde en gammel Arvefordring, som han ansaa for tabt. Den overdrog han Sønnen, og for disse Penge, som han i meget smaa Partier maatte opkræve, begyndte Ritter Studeringen.

Da Galvanismen i Aaret 1780 var bleven opdaget, kastede han sig med stor Iver over Undersøgelsen af denne. Resultaterne af hans Undersøgelser blev en Bog, hvori han søger at bevise, at Livsprocessen er ledsaget af Elektricitet. Bogen vakte ikke megen Opmærksomhed blandt Fysikerne, men fik dog den Betydning for Ritter, at den sachsiske Digter Friedrich von Hardenberg (Novális), som havde læst den og syntes godt om den, blev opmærksom paa ham og i den Anledning besøgte ham i Jena, og da han fandt ham i saa smaa Kaar, hjalp han ham ud over de økonomiske Vanskeligheder. Ogsaa andre af den Tids berømte Mænds Venskab vandt han i den Anledning. Ørsted skrev om Bogen: „Den er ikke vel skreven, men Ordene deri er fortræffelige og Beviserne førte med en Strenghed, som jeg ikke har fundet større hos nogen fysikalsk Skribent, og egentlig maa jeg tilstaa, at jeg ved første Gennemlæsning just sattes i samme Stemning, som da jeg første Gang læste Euclid.“ — Og om Ritters Arbejdsmaade og hans Skrifter i Almindelighed skrev han: „Naar han finder en Tanke, som synes ham rigtig, nedskriver han den og forfølger den nu til det yderste Punkt, hvor han ser, at den dog er falsk; han griber nu til den modsatte og forfølger den ligeledes, indtil han ofte finder, at ingen af dem for sig er rigtig, saa at han maa søge Sandheden i begges Forening.“ Ørsted fortsætter: „Saaledes maa Læserne ofte følge ham i vidtløftige, skrupuløse Undersøgelser, den hele tornefulde Vej, som han selv har gaaet, og dette behager kun faa. Flertallet ønsker at vide i fem Minutter Resultatet af det, som har kostet mange Aars Flid og Undersøgelser“ *).

Ritter var en ivrig Eksperimentator og forsøgte bl. a. ofte med Metalplader lagte paa Øjeæblet for at prøve Galvanismens Virkning paa Synsnerven.

Ørsted spurgte ham engang, hvordan han turde anstille saa farlige Forsøg med sine Øjne. Ritter svarede, at han jo havde to Øjne og gærne vilde risikere det ene for en saa vigtig Sags Skyld,

*) Mathilde Ørsted: Breve I. 79.

Digitized by Google

og desuden var det ene Øje ikke saa godt som det andet. Da Ørsted engang fortalte dette lille Træk i et Selskab, sagde han: „Mit ene Øje er ogsaa meget mere kortsynet end det andet, og opmuntret ved Ritters Eksempel har jeg virkelig vovet flere Forsøg med det mere kortsynede Øje, som jeg næppe har villet foretage med det andet; dog kunde det aldrig falde mig ind at gaa saa vidt i min Dristighed som Ritter“ *).

Venskabet med Digteren Novâlis i Forbindelse med den ringe Opmærksomhed, hans Bog vakte, førte til, at Ritter en Tid hørte op med sine fysiske Studier og gav sig til at studere Digterne, men 1800 kom Volta med sin Søjle, der genoplivede hans Interesse for Galvanismen.

I Voltas Søjle fandt Ritter det bekræftet, som han kun havde turdet formode. „Opdagelsen laa færdig i Ritters Geni,“ siger Hauch i „Ørsteds Levnet“, og Ørsted erklærede, at kun Ritters Letsindighed var Skyld i, at ikke han kom Volta i Forkøbet**). Ritter havde, før Voltas Opdagelse offentliggjortes, tænkt paa at sammensætte Pladepar af Zink og Kul med mellemliggende Frøer.

Ritter optog nu igen sine Studier af Galvanismen og Vandets Sammensætning og konstruerede et Vandsønderdelingsapparat, der ikke afviger meget fra de Apparater, der nu anvendes i Skolerne, men det var dog først hans Opfindelse af Ladningstavlen, der bevarede hans Navn for Efterverdenen.

En Musiklærer i Paris, Gautherot, havde opdaget Polarisationsstrømmen, og paa Grundlag af denne Opdagelse konstruerede Ritter et sekundært Element, idet han lagde en fugtig Tøjskive imellem to Guldmønter og bragte disse i Forbindelse med en Voltas Søjle; da han afbrød Forbindelsen med Søjlen, viste det sig, at Mønterne med den mellemliggende fugtige Tøjskive fungerede som Element, og at Strømmnn havde modsat Retning af Hovedstrømmen. Ritter lavede nu en Søjle af flere Sølvmønter med mellemliggende fugtige Tøjskiver, og det hele kom til at fungere som sekundært Batteri***).

---

*) Samlede og efterladte Skrifter af H. C. Ørsted IX. 121.

**) Samlede og efterladte Skrifter af H. C. Ørsted IX. 121. Ritter skal have ført et meget uregelmæssigt Liv.

***) Apparatet fik Navnet Ladningstavlen eller Ladningssøjlen, fordi det ladedes med Elektricitet fra en Voltas Søjle.

Digitized by Google

I dette Apparat har man et Tilløb til Akkumulatoren, der godt et halvt Hundrede Aar senere fremstilledes i en praktisk brugbar Form af Franskmanden Plante (1860).

Ritter, der sad inde med saa stor en Begavelse, fortjente en bedre Skæbne end den, der blev ham til Del. Hans smaa Kaar, hans anstrængende Studier, de mange Skuffelser, der mødte ham, og hertil kommer hans uregelmæssige Liv, sugede Kraften af ham. Ørsted fik vel udvirket, at han blev Medlem af Akademiet i München med en aarlig Gage af 14—1500 Gylden, men da var det for sent; hans Kraft var brudt. I de sidste Aar af sit Liv var han bleven mere og mere hengiven til Brugen af Opium. Hadet og forfulgt i München for sin Tro paa Ønskekvisten og for Indkaldelsen af den tyrolske Bonde Campetti, der foregav ved Hjælp af Ønskekvisten at kunne opdage Metaller og Kilder i Jorden, døde han som en ulykkelig, nedbrudt Mand den 23de Januar 1810.

Ørsted omtaler ofte Ritter i sine Breve og meddeler nu og da et lille Træk, der tjener til Oplysning om hans Liv og hans Særegenheder. Ritters Fattigdom og den ringe Forstaaelse, han mødte, gjorde ham tavs og indesluttet. Ørsted fortæller om sit første Møde med ham, at det først var efter en længere Samtale med ham, at han opnaaede at vinde hans Fortrolighed. Allerede et Par Dage efter deres første Møde skriver Ørsted i et Brev hjem, at han nu har indgaaet et „meget nøje Venskab med Ritter“ *).

Den Omstændighed, at andre flere Gange havde udgivet Ritters Opdagelser som deres egne, bidrog ogsaa sit til at gøre ham utilgængelig for andre Mennesker.

I Selskaber tav han næsten altid helt stille, fordi, siger Ørsted, — „at han ansaa de Mennesker, som vilde gøre Fordring paa at være meget oplyste, for lidet mer end Pøbel“.

Ørsted opholdt sig i 6 Maaneder i Berlin, hvor han stiftede Bekendtskab med nogle af Tysklands største Lærde paa den Tid: Fichte, Schelling, Brødrene Schlegel o. a.

Fichte især satte Ørsted overordentlig megen Pris paa og beundrede hans Forelæsninger for deres Klarhed og Livlighed, ja,

*) Mathilde Ørsted: Breve I. 25.

Digitized by Google

han siger: „Om jeg end aldrig lærte andet af ham end nogle af de Kunstgreb, hvormed han saa godt véd at spænde og vedligeholde Tilhørernes Opmærksomhed og opvække de Forestillinger hos dem, som ikke ligefrem kan udtrykkes ved Ord, saa var jeg allerede belønnet for den Tid, jeg har anvendt derpaa".

Derimod synes Ørsted at have sat mindre Pris paa A. W. Schlegel, om hvem han skriver, at han er de store Mænds Ekko, han omgives af. Til dennes Broder, Friedrich Schlegel, kom han derimod snart til at staa i et ret godt Forhold. Han sammenligner A. W. Schlegel med Melanchton og Broderen, „den dristige og kraftfulde" Fr. Schlegel, med Luther — „Melanchton var vel blandt de første, som erkendte den gode Sag, men til at opsøge den og selvstændig at forsvare den havde han dog ikke Aand eller Mod nok". — Denne Karakteristik, siger Ørsted, passer paa A. W. Schlegel.

I Berlin lærer Ørsted at blæse Glas af en Underofficer for selv at kunne lave en Del af de Glassager, han skal bruge. Historisk Interesse har det, at han under sit Berlinsophold meddeler i et Brev hjem, at han har fundet den Lov for Legemernes elektriske Ledningsevne, at blandt de faste Legemer er de sejge gode Ledere og de skøre daarlige; blandt de flydende er de brændbare daarlige Ledere, de ikke-brændbare gode Ledere. Dog tilføjer han, at det er muligt, at der findes mange tilsyneladende Undtagelser fra denne Lov, men der er meget, der taler for den.

Ørsted opholdt sig halvandet Aar i Tyskland og besøgte en stor Del af de tyske Byer.

Fra Tyskland rejste han til Paris, hvor han straks indmeldte sig i et af de derværende videnskabelige Selskaber. Medlemmerne havde Adgang til Selskabets Bibliotek og til Samlingen af Journaler. Om Aftenen holdtes Forelæsninger, og en Gang om Ugen oplæstes noget af en eller anden berømt Videnskabsmand.

I Paris traf han Hejberg og Baggesen, men at det iøvrigt ikke alle var store Aander, han traf paa i Paris, kan man slutte af følgende Udtalelser i et af hans Rejsebreve: — „I, en adelig Dreng, i Særdeleshed uvidende, Lillienkrone, Baron og Officer, men intet videre, en Kaptain Seuften, en ganske dannet Mand af en Kaptain at være, en vis Hasler, som studerer her Kemi, men

Digitized by Google

kunde have lært noget, jeg vil ikke tale om noget mere, hjemme først".

I Paris var ansat mange Lærde, som nu har et betydeligt Navn i Fysikkens og Kemiens Historie. Her var Charlierens Opfinder, Charles, der paavirket af Franklin havde kastet sig over Fysikken og opnaaet Berømmelse som en af hin Tids største Eksperimentatorer, Vauquelin, Grundstoffet Kroms Opdager, der ligesom Ørsted havde begyndt sin videnskabelige Løbebane som Farmaceut, og dennes Medarbejder Fourcroy, der havde skaffet sig et Navn bl. a. ved Arbejdet for Lavoisiers Teorier og ved Oprettelsen af en polyteknisk Anstalt. Af andre af Paris's Berømtheder paa den Tid skal nævnes Kemikeren Berthollet og Naturhistorikeren Cuvier, der fuldførte Linnés Arbejde.

Blandt disse var Charles den, Ørsted satte størst Pris paa. Det var ikke blot som Eksperimentator, han udmærkede sig, men ogsaa hans Forelæsninger var fortrinlige. Han forberedte sig grundig til sine Forelæsninger og skrev dem op, og nu og da læste han dem op af Papiret, naar der var noget, han vilde have sagt netop i den Form, som han havde tænkt sig det ved Forberedelsen, dog uden at Tilhørerne mærkede det. Ved denne Fremgangsmaade fik han netop det med, han vilde, og Foredraget fik Præg af Bestemthed og grundig Overvejelse. Alle Forsøgene havde han udført i Forvejen, saa han ved Forelæsningerne kunde udføre dem hurtig, uden Famlen og uden at nogle mislykkedes.

Vauquelin var vel en udmærket Eksperimentator, der ofte lod Eleverne selv udføre Forsøgene, men hans Forelæsninger var mindre gode. Han forberedte sig ikke saa grundig som Charles, og det mærkedes paa hans Forelæsninger. Der manglede Sammenhæng; han sprang fra det ene til det andet. — Ørsted skrev om ham: „Jeg kender ingen, som overgaar ham i lyrisk Uorden uden Professor B. i København", men „jeg kender heller ingen, som overgaar ham i at gøre Eksperimenter med Lethed og Præcision" *).

I et Brev skriver Ørsted: „Jeg lærer daglig meget af Kunsten at holde Foredrag; af Charles, hvorledes de bør holdes, af Vauquelin, hvorledes de ikke bør holdes" **).

*) Mathilde Ørsted: Breve I. 92.
**) Mathilde Ørsted: Breve I. 109.

Digitized by Google

Fourcroy satte Ørsted ikke nær saa højt som Charles og Vauquelin. — „Jeg tror", skrev han, „at kunne sammenligne ham med Bugge, hvis Foredrag virkelig er lige saa skønt og lige saa — overfladisk"*). Hans Tilbøjelighed til i sine Forelæsninger at fremhæve det ny paa det gamles Bekostning stødte Ørsted.

Om Forholdet mellem de gamle og ny Forskere udtalte Ørsted sig saadan: „Kunsten at eksperimentere er de nyeres Ejendom, Evnen til at faa Ohservationer, at uddrage store Resultater eller med profetisk Aand at skue ind i Naturen havde de gamle maaske mere, end de nyere har Lyst til at tro", „og", siger han, „naar Eksperimenterkunsten faar ført os med Bevidsthed derhen, hvor Digteraanden førte de gamle dem ubevidst, vil man først almindelig lære at vurdere de gamle"**).

Ørsted kom dog til at stifte personligt Bekendtskab med Fourcroy, idet han paa Opfordring af Professor Manthey besøgte ham den sidste Dag, han opholdt sig i Paris.

Fourcroy var af adelig Slægt og modtog Ørsted „som en Minister modtager en Klient". Fourcroy fremhævede, at det kemiske Studie stod paa et højere Trin i Frankrig end i Norden, og hentydede til den polytekniske Skoles Betydning i Paris. Ørsted indrømmede, at der var flere i Frankrig, der gav sig af med Kemi end i Danmark, men haabede, at han ved sin Hjemkomst skulde faa udvirket, at der i København blev oprettet en lignende Anstalt. Ørsted havde allerede for nogen Tid siden fattet Planen til Oprettelse af en polyteknisk Læreanstalt og i et Brev til Professor Manthey i København, dateret 6. Marts 1803, forelagt denne Planen. Han skriver om den: „Jeg mener, at en ret teknisk Skole bør bestaa af disse to Klasser (Mekanik og Kemi), hvori der dels burde opdrages Elever, dels holdes offentlige Forelæsninger, om man ansaa dette for nyttigt; efter min Overbevisning hjælper det kun saare lidt. Disse gamle Hoveder er fornaglede, og hvad der endnu er tilovers af Begreb, stoppes ved Fordom. I den mekaniske Klasse burde læres: Matematik, Mekanik og Tegning; i den kemiske: 1) Kemiens Teori og Kunsten at eksperimentere 2) den tekniske Kemi. Ringere end 4 eller 5 Lærere kunde man efter denne Plan

*) Mathilde Ørsted: Breve I. 92.
**) Mathilde Ørsted: Breve I. 93.

Digitized by Google

ikke have, og Bekostningen herpaa vil vel afskrække; men jeg holder for, at det saaledes bliver nyttigst. De blotte tørre Forelæsninger, saaledes som de gives i Berlin, behager mig ikke; thi fra Eksperimenteringen maa dog alle videnskabelige Forbedringer gaa ud. Nogen Naturhistorie, især Mineralogi, vilde der dog ogsaa høre til et saadant Institut. Dog, De forstaar det bedre, handl De for mig, saaledes at jeg ikke faar noget, som overstiger mine Kræfter, og jeg vil gøre alt for at opfylde mine Pligter i hvad Stilling, jeg end kommer" *).

Da Ørsted i Begyndelsen af 1804 over Holland og Belgien vender hjem fra sin første Udenlandsrejse efter at have opholdt sig i Paris i 15 Maaneder, var det med Haabet om at faa oprettet en saadan Anstalt til Gavn for Naturvidenskabernes Udvikling i Danmark og med Forventning om en Professorpost ved Universitetet. 20 Aar gik hen, før Oprettelsen af en polyteknisk Læreanstalt blev ført igennem, og først 1817 opnaaede han at blive Professor ordinarius.

Astronomiske Begivenheder i 1907.

Af

C. F. Pechüle.

Til bedre Forstaaelse af noget af det følgende henvises til 4de Aargang pag. 127—133 og pag. 170—175 samt til 5te Aargang pag. 110—114.

Solen har ogsaa i 1907 vist en livlig Virksomhed i Dannelse af Pletter, af hvilke flere, navnlig i Aarets første Del, blev synlige for blotte Øjne. Pletkurvens Maksimum, der kan sættes til omkring Nytaar 1906, forløber saaledes denne Gang temmelig fladt.

*) Mathilde Ørsted: Breve I. 114.

Digitized by Google

Planeterne. Merkur passerede den 14. November Solskiven. Programmet for Iagttagelserne gik ud paa Konstatering af en Merkur-Atmosfære, der kunde vise sig ved en lys Ring omkring Merkur, naar denne var ved Solranden, eller en dunkel Ring, naar den var inde paa Solskiven, paa Søgning efter en eventuel Merkur-Maane og paa adskillig andet. Vejret blev paa mange Steder, saaledes ogsaa her, daarligt, og paa højere Breddegrader stod Solen jo meget lavt. Af de hidtil indkomne Beretninger kan der ikke uddrages noget særlig konkluderende Resultat. Mars var i Juli i Opposition med Solen. Det var en gunstig Opposition, idet Mars' Afstand fra Jorden kun var 0,4 af Solens Afstand fra Jorden. Paa nordligere Breddegrader stod den imidlertid for lavt, i København kun 5 Gr. over Horizonten. Selv paa Mr. Lowell's „Mars-Observatorium" kom den kun 26 Gr. op over Horizonten, og han sendte derfor nogle Medhjælpere ned til Chili for der at tage Fotografier af Mars efter de af ham angivne Metoder. Disse Fotografier synes efter Beskrivelserne at indeholde betydelig flere Detailler end de ved Oppositionen 1905 tagne og at svare til Øje-Iagttagelserne, saa at de langt flere og finere Detailler, der er observerede med Øjet, herved skulde vinde i Troværdighed lige over for de fra adskillige Sider rejste Paastande om, at en Del af disse Observationer kan tilskrives indbildte Indtryk. Listen over disse Observationer, der tildels bekræftes fra andre Observatorier, f. Eks. fra et midlertidigt fransk Observatorium paa et 1550 Meter højt Bjerg, er lang og omfatter Forstærkninger og Fordoblinger af „Kanaler", Forstærkning og Fordobling af en hel „Sø", lacus solis, midlertidige Sløringer, „Skyer", over snart et, snart et andet Landskab m. m. Forandringerne følger Mars' Aarstider paa den Maade, at nævnte Forstærkninger og Fordoblinger foregaar fra den Pols Side, hvis hvide Kalot aftager („Sneen smelter"). At de her antydede Forklaringer ser ret plausible ud, kan ikke nægtes. Mere vovet er Mr. Lowell's (og forøvrigt ogsaa andres) Paastand om, at alt det nævnte tyder paa, at Mars for Tiden er Sæde for et intelligent, konstruktionskyndigt Liv. Næste Opposition af Mars finder Sted i September 1909 og vil blive endnu lidt gunstigere end den i 1907. Saturn. I Begyndelsen af Oktober passerede Jorden Saturnringens Plan, saa at Ringen blev usynlig. I Kæmpekikkerter saas dog paa Ringens Sted enkelte svagt lysende Punkter, der tyder paa,

Digitized by Google

at Ringen paa sine Steder kan være noget tykkere end paa andre. Den 5. September vil man paa før nævnte Bjærgobservatorium i Frankrig have set en svagt lysende, gennemsigtig Ring udenom den sædvanlige Ring; men senere har man ikke mere kunnet se den, hverken der eller andetsteds.

Smaaplaneterne. Fortegnelsen over de anerkendte Smaaplaneter indeholdt ved Slutningen af 1907 635 Numre. Til den i 5. Aarg. pag. 111 omtalte lille Planet, hvis Middelafstand fra Solen er lig Jupiters, er der i 1907 kommet to andre med omtrent lige saa store Middelafstande. Disse tre Smaaplaneter har faaet Navnene Achilles, Patroklos og Hektor og hører til, hvad man nu kalder Jupitergruppen. Alle de andre ligger imellem Mars og Jupiter i Middelafstande fra Solen mellem 2 og $4^1/_4$ (Gange Jordens Afstand fra Solen) med Undtagelse af Eros, hvis Middelafstand fra Solen er lidt mindre end Mars'.

Kometer. I Aaret 1907 fandtes følgende Kometer: Komet 1907 a opdagedes 9. Marts af Giacobini i Nizza. Den var meget lyssvag, men blev dog forfulgt, indtil den sidst i April blev usynlig i Aftendæmringen. I December genfandtes den dog ad fotografisk Vej paa det astrofotografiske Observatorium i Heidelberg. I de moderne lysstærke, store astrofotografiske Dubletter og Spejle med kort Brændvidde har man nemlig faaet et Middel til at genfinde Kometer, naar de, efter at være gaaede bag om Solen og have fjærnet sig betydelig, kommer i Opposition. Det nylig i Heidelberg opstillede Spejl har en Aabning af 72 cm, og Brændviddens Forhold til denne er kun 4 : 1. Dublettens Aabning er 40 cm med Forholdet 5 : 1. Komet 1907 b opdagedes 9. April af Grigg paa Ny Zeeland og 14. April af Mellish i Amerika. Ogsaa den var lyssvag og aftog yderligere i Lys. Komet 1907 c opdagedes 1. Juni af Giacobini i Nizza og var yderst svag. Komet 1907 d opdagedes 9. Juni af Daniel i Nordamerika. Den blev i Juli synlig for blotte Øjne som en Stjærne af 3.—4. Størrelse og havde en temmelig lang Hale. Den 27. Juli kom den Jordbanen nær paa det Sted, hvor Jorden staar den 12. September, og man kunde derfor omkring denne Dag vente en Del fra Kometen hidrørende Stjærneskud, hvilke imidlertid udeblev. Komet 1907 e opdagedes 13. Oktober af Mellish i Nordamerika; den var i Kikkerter ret lys, af 9. Størrelse, men aftog snart.

Digitized by Google

Foranderlige Stjærner. Listen over anerkendte foranderlige Stjærner er i 1907 bleven forøget med 75 Numre. 48 af dem er blevne opdagede i Cambridge i Nordamerika paa fotografiske Plader gennem Undersøgelser af Damerne Flemming, Leavitt og Cannon, 12 paa lignende Maade af Fru Ceraski i Moskva, de 15 øvrige af forskellige Andre. En af dem er svagt synlig for blotte Øjne. En er en Dobbeltstjærne med begge Komponenterne variable, dog ikke paa samme Maade. Deres Perioder er meget forskellige, fra 10 Timer til et Aar. Mindst 8 af dem er Algolstjærner.

Bredde-Variation. Resultatet af de internationale Breddeiagttagelsesstationer var ved Begyndelsen af 1907 det, at den Kurve, den sande Jordpol beskriver om Jordens Middelpol, fremdeles har indsnævret sig, men kun lidt, saa at den foreløbig ikke gør Mine til at ville naa Amplitude-Minimummet fra Aarhundredets Begyndelse: 0″,1.

Dødsfald. Blandt de i 1907 døde Astronomer nævnes her i den Orden, i hvilken de ere døde: C. Braun S. J., f. 1831, indrettede 1878 det nye erkebiskoppelige Haynald-Observatorium i Kalocsa i Ungarn, hvis Direktør han var indtil 1884. Han gav sig særlig af med Bestemmelse af Gravitationskonstanten og med Kosmologi og viste megen Sindrighed ved Planlæggelsen af Instrumenter. C. Trépied, f. 1845, indrettede omkring 1885 det nye Observatorium i Algier, hvis Direktør han var indtil sin pludselige Død. Han har behandlet mange forskellige praktisk astronomiske Emner, særlig angaaende den internationale fotografiske Kortlægning af Himlen, for hvilket Foretagende han var Sekretær. E. v. Oppolzer, f. 1869, Søn af den bekendte Astronom, var siden 1901 Professor i Astronomi ved Universitetet i Innsbruck. Han gav sig særlig af med Solfysik og opdagede den lille Planet Eros' mærkelige Lysforandringer. G. C. C. Zachariæ, Generallieutenant, f. 1835, siden 1884 Chef for den danske Gradmaaling, siden 1886 Medlem af og siden 1903 Vicepræsident for den internationale Gradmaalings permanente Kommission, velkendt ved sine geodætiske Arbejder. H. Kreutz, f. 1854, siden 1896 Redaktør af „Astronomische Nachrichten“ i Kiel, som hvilken han paa en udmærket Maade hævdede Anseelsen af dette den astronomiske Verdens Centralorgan, der 1823 stiftedes af H. C. Schumacher i Altona med

Digitized by Google

Understøttelse af Frederik VI. Han er forøvrigt særlig bekendt ved sine Arbejder over Kometer. H. C. Vogel, f. 1841, en af de betydeligste Astrofysikere. 1870—74 bestyrede han det af ham indrettede og af Kammerherre Bülow i Bothkamp i Holsten oprettede Observatorium, hvor han bl. a. fremkom med et Skrift om Planeternes Spektra, der indbragte ham det kgl. danske Vid. Selskabs Guldmedaille. 1874 kaldtes han til Berlin for at grundlægge det nye, store, astrofysiske Observatorium i Potsdam, hvis Direktør han var indtil sin Død. Her indrettede han de af ham udtænkte Spektrografer, ved hvilke det lykkedes ham at paavise, at Algol har en mørk Ledsager, og at adskillige Stjærner, der ser ud som én, i Virkeligheden er to (eller flere), der omkredser hinanden. A. W. Krassnow, f. 1866, siden 1896 Direktør for Observatoriet i Warshaw, gav sig særlig af med Maanens Bevægelser og var en ivrig Iagttager. M. Læwy, f. 1833 i Wien, kom i en ung Alder til Observatoriet i Paris, hvis Direktør han var fra 1896 til sin pludselige Død. Han har udfoldet en meget stor praktisk astronomisk Virksomhed og er særlig bekendt ved sit fotografiske „Atlas de la Lune", der endnu ikke er færdigt, og ved sin Opfindelse af „équatorial coudé", der tillader Astronomen at sidde lunt og bekvemt i et Værelse og iagttage Himlen. Asaph Hall, f. 1829, har udfoldet en betydelig baade teoretisk og praktisk astronomisk Virksomhed i Nordamerika, særlig ved Observatoriet i Washington, hvor han i 1877 opdagede de to Marsmaaner. J. Janssen, f. 1824, første Direktør for det astrofysiske Observatorium i Meudon ved Paris, som han selv havde indrettet. Hans Navn er vel kendt, særlig med Hensyn til alt, hvad der angaar Solen. Ved den totale Solformørkelse 18. Aug. 1868 iagttog han i Indien Solprotuberanserne, og det lykkedes ham Dagen efter at se disse i fuldt Solskin, en vidtrækkende Opdagelse, som han dog kom til at dele Æren af med Englænderen Norman Lockyer. For at være mere uafhængig af Jordens Atmosfære gjorde han ofte astrospektroskopiske Studier i store Højder, saaledes paa Faulhorn, paa Etna og endelig ogsaa paa Montblanc, hvor han fik indrettet et Observatorium. Hans Familie stammer fra Danmark.

Digitized by Google

Heliums Fortætning.

Professor Kamerlingh Onnes i Leyden telegraferede den 5te Marts til Sir James Dewar, Royal Institution, London*): „Forvandlede Helium til fast Form. De sidste Dele, der fordampede, viser betydeligt Damptryk, som om Vædsketilstand var oversprungen". Efter senere Meddelelse fra en Korrespondent i Leyden, der har interwiewet Prof. Onnes, er Fortætningen sket ved samme Metoder, som i de senere Aar er anvendte for at fortætte Luftarter. Paafaldende er blot den store Mængde Helium, der har været til Raadighed. Den afkøledes under 100 Atmosfærers Tryk til ÷ 434° F. ved Hjælp af flydende Brint; ved en paafølgende pludselig Udvidelse dannedes der en Taage og ud af den skilte sig et hvidt fnugget Stof, der samlede sig i det Rør, hvor der var Helium, og som ved særlige Forsigtighedsregler var beskyttet mod Opvarmning ude fra. Den hvide Masse fordampede i Røret i ca. 20 Sek. paa nær en lille fast Rest; Røret var lukket under Fordampningen, og Trykket steg til 1 Atmosfære; da Røret dernæst aabnedes, og Trykket blev formindsket, fordampede dette Stof næsten øjeblikkeligt, uden at der var nogen Vædsketilstand at opdage.

K. M.

Anmeldelse.

Th. Sundorph: Fysik for Realklassen III: Himmellegemerne. (33 Sider, Pris 1 Kr. Det Schubotheske Forlag. Kbhvn. 1908. Anmeldt af H. Jepsen.

Formodentlig vil adskillige Skoler vælge at læse om Himmellegemerne i Realklassen, da dette Afsnit paa Forhaand vil interessere Eleverne, og da det vil danne en passende Afslutning paa

*) Nature 12, Marts 1908. S. 442.

Digitized by Google

den geografiske og fysiske Undervisning, der er meddelt i Mellemskolen, hvorfor Adj. Sundorphs Bog, bortset fra dens gode Egenskaber som Skolebog, vil have Udsigt til at blive indført i adskillige Skoler.

Bogen indledes med en kort Omtale af Lysstraalernes Brydning, de forskellige Straalers Brydbarhed og Spektroskopet (det ligesigtende), hvorefter de forskellige Spektre omtales.

Dette sidste Afsnit forekommer mig at være det mindst heldige; som Stoffet er ordnet, vil det for Eleverne, der møder uden Forudsætninger, forvolde Vanskeligheder at faa en ordentlig Oversigt over de forskellige Former.

Solspektret, Side 4, og Betydningen af de fraunhoferske Linjer, Side 7, burde først omtales efter, at Indsugningsspektre er gennemgaaet. Endelig burde Indsugningsspektre have været behandlet noget udførligere. Jeg savner Omtalen af Spektre af Straaler gennem Vædsker; ganske vist faar dette ingen Betydning for Forstaaelsen af de efterfølgende Afsnit; men de har jo paa andre Omraader særlig Interesse.

Bemærkningen Side 6 Linje 4 og flg. virker paa dette Sted let forvirrende paa Læseren, og Bemærkningen er overflødig, da Spørgsmaalet senere behandles Side 9. En udførligere Beskrivelse af de Forsøg, der kan udføres, havde været ønskelig. Ligeledes savner jeg en bestemt formuleret Definition af, hvad man forstaar ved et Absorptionsspektrum.

At et Himmellegeme forandrer Afstand fra Jorden, kan afgøres ved, at Linjerne i dets Spektrum forandrer Plads, trænger til en udførligere Begrundelse end sket er.

De følgende Afsnit behandler Solen, Maanen og Fiksstjærnerne. De forskellige Forhold paa Solen, Solens Atmosfære, dens Indre, Korn, Fakler og Pletter, Kronen etc. er udtømmende og godt behandlede. Indvendingerne mod Kirchhoffs Teori om Solens Indre er omtalt, og de nyere Teorier anførte og begrundede. Bemærkningen om Sollysets Tryk savner Eleverne ganske sikkert Forudsætninger til at faa noget ud af.

Et lille interessant Afsnit behandler Muligheden af Tilstedeværelsen af Luft, Vand og Plantevækst paa Maanen*).

*) Et udførligt Referat af de nyere Maaneundersøgelser findes i Fysisk Tidsskrift Bind III, Side 150.

Digitized by Google

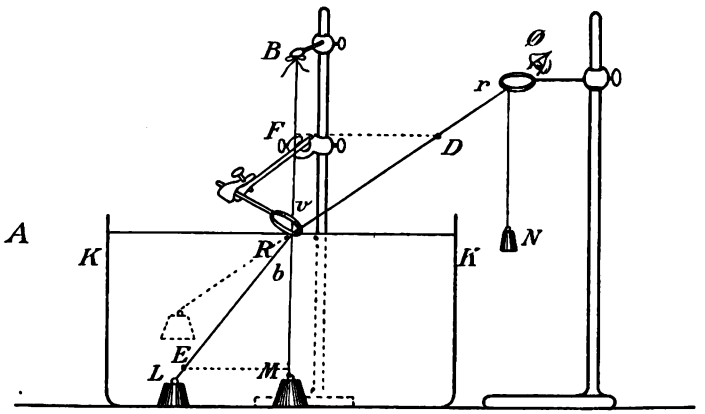
Om Fiksstjærnernes Bevægelse maalt ved Hjælp af de frauenhoferske Linjers Forskydning, gælder Bemærkningen ovenfor. Vort Solsystems Bevægelse hen imod Herkules burde have været anskueliggjort ved en Tegning (se t. Eks. S. Arrhenius: Människan inför världsgåtan. Stockholm 1907).

Derefter følger: Solsystemet og til Slut Stjærneskud og Kometer. Overalt er Resultatet af de senere Undersøgelser anført, særlig er Marsundersøgelserne udførligt omtalte; det samme gælder om Kometerne. At Saturns Ring maa være dannet af utallige smaa faste Legemer anføres, men kan selvfølgelig ikke nærmere begrundes paa dette Trin.

Skønt Bogen kun omfatter 33 Sider, indeholder den meget Stof, paa sine Steder temmelig mange Enkeltheder; men i en Lærers Haand, der magter Opgaven og er i Stand til at gøre supplerende og udfyldende Bemærkninger, vil Bogen danne et fortrinligt Grundlag for Undervisningen, og Eleverne vil faa grundig Viden om Forholdene.

Fysik i Skolen.

Bestemmelse af Brydningsforhold.



K er et Glaskar med fire lodrette Vægge. Lodsnoren BRM strammes og holdes i lodret Stilling af Loddet M, der er nær Karrets Bund. Lodsnoren gaar gennem Ringen R, der anbringes i

Digitized by Google

Vandskorpen. Snoren rRL, der ogsaa gaar gennem R, strammes ved Lodderne N og L. Holdes Øjet ved r og sigtes ned langs Snorstykket rR, kan man ved at flytte L opnaa at se Snorstykkerne LR og Rr gaaende i hinandens Forlængelse. En Lysstraale, der udgaar fra L, maa altsaa for at komme til Øjet Ø tilbagelægge Vejen LRr. Holdes nu Øjet foran Karret i Højde med Vandoverfladen, ses det tydeligt, at Lysstraalen alias Seglgarnssnoren er brudt, og at Indfaldsvinklen v er større end Brydningsvinklen b. Holdes Øjet noget højere end Vandoverfladen, ser man LR delt i 2 Stykker, hvoraf det nærmest R gaar i Rr's Forlængelse, medens det andet repræsenterer den brudte Straale. Ved endelig at holde Øjet ved A kan man overbevise sig om, at „den brudte Straale" og Indfaldsloddet BRM ligger i samme Plan. Ved at flytte r kan man variere Indfaldsvinklens Størrelse. Endelig kan man foretage Maalinger af Brydningsforholdet; Maalinger, som naturligvis ikke kan gøre Fordring paa nogen større Nøjagtighed. E og D kan markeres ved smaa røde Seglgarnsstumper, der bindes saaledes om Snoren rRL, at de let kan forskydes. Naar D og E anbringes saaledes, at RD = RE, saa vil

$$\frac{\sin v}{\sin b} = \frac{FD}{ME} = \text{Brydningsforholdet.}$$

FD og EM maales med en Maalestok.

Johs. Kofoed.

Svenske Eksamensopgaver.

(H. T. 1906).

Uppgifter af mekaniskt och fysikaliskt innehåll.

1. Vid änderna af en smal, rak, jämntjock och homogen stång AB, hvars vikt är p kg, äro fästade fina snören, ett i hvardera stångändan. Dessa snören sammanlöpa i punkten C, där en vikt af 6p kg är fastknuten. Alltsammans uppbäres af ett snöre, fästadt i stången i punkten D. Snörena AC och CB hålla i längd 12 dm och 9 dm. Vinkeln ACB är rät. Angif läget af punkten D, då jämnvikt äger rum, och stången är vågrät.

Digitized by Google

2. Från den nedre kanten af ett sträft lutande plan, hvars vinkel med horisontalplanet är 25°, kastas en kropp af 4 kg:s vikt upp utefter planet, där den går 3,5 m, innan den vänder och går utför planet. Friktionskoefficienten är 0,2. Beräkna skillnaden mellan den rörelseenergi, som kroppen innehar, då den återkommer till utgångspunkten, och den, som förefanns vid rörelsens början.

3. I ett smalt jämntjockt rör, som är tillsmält i ena ändan, men öppet i den andra, är en luftmängd afspärrad medelst en 48 mm lång kvicksilfverpelare. När röret står lodrätt med den tillsmälta ändan nedåt, är den inneslutna luftpelarens längd 100 cm. Om röret åter vändes om, så att den öppna ändan kommer rätt nedåt, är den inneslutna luftpelaren 113,3 cm lång. Huru stort är barometerståndet?

4. En 50 cm lång sträng, som spännes med 6,5 kg, ger samma ton som en viss stämgaffel. Om vid oförändrad spänning strängens längd ökas med 4 mm, och strängen och stämgaffeln sedan bringas att ljuda samtidigt, höras 5 sväfningar på 2 sekunder. Om man skulle önska att åstadkomma 4 sväfningar på 1 sekund genom att, med bibehållande af strängens senare längd, ändra dess spänning, huru stor skulle då denna ändring vara?

5. I en vattenmassa, hvars vikt är 10 kg och temperatur 15°, inledes och kondenseras 1,2 kg vattenånga af 100°. Man önskar, att vattnets temperatur därvid ej skall stegras högre än till 25°, och iblandar därför is af 0°. Huru mycket is erfordras för detta ändamål? Isens smältvärme är 80, vattnets ångbildningsvärme 536 värmeenheter.

6. Mot den ena sidoytan af ett glasprisma, hvars brytande vinkel är 30°, infaller en ljusstråle vinkelrätt. Den vid strålens gång genom prismat uppkommande afvikningen blir då 19° 35′. Genom att vrida prismat kan man minska den totala afvikningen därhän, att den erhåller sitt minsta värde. Beräkna detta värde.

7. Två galvaniska element A och B, för hvilka den elektromotoriska kraften är i ordning E og E_1, kopplas parallellt, hvarefter polerna förbindas med en yttre ledning af motståndet x. Det inre motståndet i elementet A är r. Kan x så bestämmas, att icke någon ström passerar genom elementet B?

Digitized by Google

Løsninger.

1. ABC er en retvinklet Trekant, hvis Sider er 15, 12 og 9 dm. Ophængningspunktet D ligger mellem Fodpunktet E af Højden paa Hypotenusen og dennes Midtpunkt F.

Idet $FD = x$ og $ED = y$,
har man, naar der er Ligevægt

$$p \cdot x = 6p \cdot y; \qquad (1)$$

endvidere

$$x + y = \frac{15}{2} - EB; \qquad (2)$$

$$EB \cdot 15 = 9^2; \qquad (3)$$

af (1), (2) og (3) faar man

$$7y = 2{,}1;$$

$$y = 3 \text{ cm}; \quad x = 21 \text{ cm}.$$

2. Kraften, der hemmer Bevægelsen, hidrører fra Tyngdekraften og bestaar dels af dennes Komposant parallel med Skraaplanet, dels af Friktionen.

Modstanden er altsaa

$$M = 4 \sin 25° + 0{,}2 \cdot 4 \cos 25°.$$

Accelerationen hidrørende herfra er

$$g_1 = -\frac{M}{m}, \text{ hvor } m = \frac{4}{g},$$

idet g er Accelerationen ved det frie Fald.

$$g_1 = -g (\sin 25° + 0{,}2 \cdot \cos 25°).$$

Naar Legemet har bevæget sig 3,5 m, skal Hastigheden være 0, altsaa har man Begyndelseshastigheden

$$h_1 = \sqrt{-2g_1 \cdot 3{,}5}.$$

Den levende Kraft ved Bevægelsens Begyndelse var altsaa

$$I_1 = \tfrac{1}{2} m h_1^2;$$

$$I_1 = -\tfrac{1}{2} \cdot \frac{4}{g} \cdot 2g_1 \cdot 3{,}5;$$

$$I_1 = 14 (\sin 25° + 0{,}2 \cdot \cos 25°).$$

Ved Bevægelsen nedad Skraaplanet er den bevægende Kraft lig Tyngdekraftens Komposant i Skraaplanets Retning minus Friktionen.

Altsaa

$$K = 4 (\sin 25° - 0{,}2 \cdot \cos 25°).$$

Digitized by Google

Denne vil efter Vejen 3.5 m have givet Legemet en levende Kraft paa

$$I_2 = 14\ (\sin 25^\circ - 0{,}2 \cos 25^\circ).$$

Den søgte Forskel bliver altsaa

$$x = 5{,}6\ .\ \cos 25^\circ;$$
$$x = 5{,}076 \text{ kgm.}$$

3. I første Stilling er Trykket, Luften er underkastet, $B + 4{,}8$, udtrykt i en Kviksølvsøjle, idet B er Barometerstanden. I andet Tilfælde er Trykket $B - 4{,}8$. Rumfanget var først 100, siden 113,3, altsaa

$$(B + 4{,}8)\ 100 = (B - 4{,}8)\ 113{,}3;$$
$$13{,}3\ .\ B = 4{,}8 \times 213{,}3;$$
$$B = 76{,}98 \text{ cm.}$$

4. Man har, at Svingningstallet for en Tone, der frembringes af en svingende Streng, kan udtrykkes ved

$$n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{P}{m}},$$

hvor l er Længden, P er Spændingen og m Vægten af hver Længdeenhed af Strengen.

Lad de 3 Svingningstal være n_1, n_2 og n_3. Man har da

$$n_1 = \frac{1}{100}\sqrt{\frac{6{,}5}{m}},$$

$$n_2 = \frac{1}{100{,}8}\sqrt{\frac{6{,}5}{m}},$$

$$n_3 = \frac{1}{100{,}8}\sqrt{\frac{x + 6{,}5}{m}};$$

endvidere

$$n_1 = n_2 + \tfrac{5}{2} = n_3 + 4.$$

Man faar da til Bestemmelse af x, idet $\sqrt{m} = y$,

$$\frac{\sqrt{6{,}5}}{100} - \frac{\sqrt{6{,}5}}{100{,}8} = \tfrac{5}{2}y; \qquad (1)$$

$$\frac{\sqrt{6{,}5}}{100} = \frac{\sqrt{6{,}5 + x}}{100{,}8} + 4y; \qquad (2)$$

Digitized by Google

af (1) faar man

$$y = \tfrac{2}{5}\sqrt{6{,}5} \cdot \frac{0{,}8}{10080};$$

indsat i (2) giver det

$$\sqrt{6{,}5 + x} = 100{,}8\left(\frac{\sqrt{6{,}5}}{100} - \tfrac{8}{5}\sqrt{6{,}5} \cdot \frac{0{,}8}{10080}\right);$$

$$\sqrt{6{,}5 + x} = \sqrt{6{,}5} \cdot 0{,}9952;$$

$$6{,}5 + x = 6{,}5 \cdot 0{,}9952^2;$$

$$6{,}5 + x = 6{,}43775;$$

$$x = \div\ 0{,}06225 \text{ kg}.$$

5. Varmemængden v_1, der skal til at opvarme 10 kg Vand fra 15° til 25°, er

$$v_1 = 100 \text{ kg kal}.$$

De 1,2 kg Damp afgiver ved Fortætning og derpaa følgende Afkøling til 25° Varmemængden

$$v_2 = 536 \cdot 1{,}2 + 1{,}2 \cdot 75 \text{ kg kal}.$$

De x kg Is fordrer for at smeltes og opvarmes til 25° en Varmemængde

$$v_3 = 80\,x + 25\,x.$$

Man har imidlertid

$$v_1 + v_3 = v_2$$

eller

$$100 + 80\,x + 25\,x = 536 \cdot 1{,}2 + 1{,}2 \cdot 75;$$

$$105\,x = 623{,}2;$$

$$x = 6{,}0 \text{ hg}.$$

6. Naar Afvigelsen er mindst, er Prismet i sin Hovedstilling.

I denne Stilling har man, idet den indfaldende Lysstraales Vinkel med Normalen er i,

$$\sin i = n \sin b,$$

hvor

$$b = 15° \ (2b = 30°),$$

$$\sin i = n \sin 15°.$$

Af første Tilfælde har man, idet Straalen gaar ubrudt gennem første Flade,

$$\sin 30° = \frac{1}{n} \cdot \sin (30° + 19°35')$$

eller

$$n = \frac{\sin 49°35'}{\sin 30°};$$

Digitized by Google

$$\sin i = \frac{\sin 15^\circ}{\sin 30^\circ} \cdot \sin 49^\circ 35';$$

$$\sin i = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{\sin 49^\circ 35'}{\cos 15^\circ};$$

$$\log \sin i = 9{,}_{5956} \div 10;$$

$$i = 23^\circ 13'.$$

Afvigelsen a bliver

$$a = 2i - 30^\circ$$

$$a = 16^\circ 26'.$$

7. Lad Endepunkterne af Ledningen være D og C. Man har da, at Betingelsen for, at der ingen Strøm gaar gennem B, er, at Spændingsforskellen mellem C og D er $= E_1$.

Strømmene, der da gaar gennem A og gennem CD, er da lige store.

Altsaa

$$\frac{E_1}{x} = \frac{E - E_1}{r}$$

eller

$$x = r \cdot \frac{E_1}{E - E_1}.$$

x kan altsaa bestemmes, saaledes at Strømmen gennem B bliver 0, naar blot $E > E_1$.

A. Bjerrum.

Digitized by Google

Poul la Cour.

13. April 1846—24. April 1908.

Af

Helge Holst.

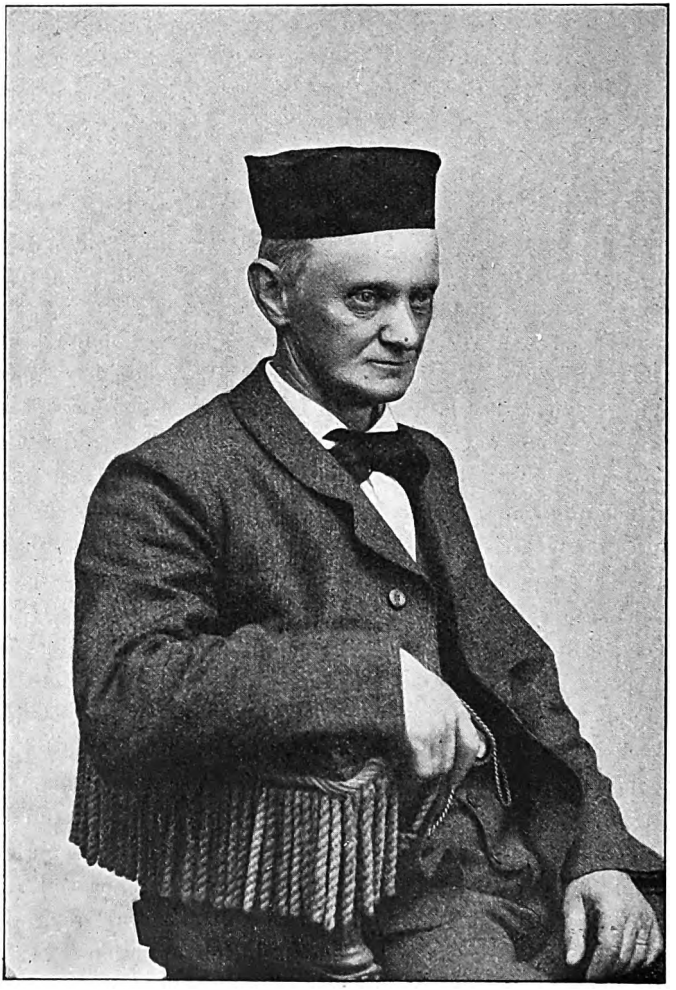
Talrige Mindeord fra Poul la Cours tidligere Elever bærer kraftigt og enstemmigt Vidnesbyrd om, at han som Lærer paa Askov ved sin Personlighed har øvet en stor og betydningsfuld Indflydelse paa de mange Unge, som samledes dèr; og selv om man mener, at han vilde være naaet langt videre som Videnskabsmand eller Opfinder, om han var blevet i København, kan man dog ikke tvivle om, at det baade for ham selv og for det danske Folk var et godt Valg, han traf, den Gang han besluttede sig til at „begrave sig" ovre i den jydske Landsby. Det er imidlertid ikke Hensigten at give en Skildring eller Værdsættelse af hele la Cours mangeartede Livsgærning; hvad der skal omtales i det følgende er væsentlig kun de Sider af den, som har særlig Betydning for Naturvidenskaben og dens Anvendelser.

Fremstillingen støtter sig dels til la Cours Bøger og Artikler, deriblandt en Selvbiografi i „Julebogen" 1903 og en anden (utrykt), som findes i „Ingeniørforeningen", dels til personlige Meddelelser fra Professor la Cour selv og andre. Der er imidlertid mange Ting, navnlig vedrørende la Cours Opfindelsers Skæbne, hvorom der foreløbig kun har kunnet skaffes meget usikre og ufuldkomne Oplysninger.

Poul la Cour er født paa Hovedgaarden Skærsø ved Æbeltoft den 13. April 1846. Han kom derfra som 12aars Dreng til Randers Latinskole, fordi han havde besluttet at blive Præst. Det viste sig dog snart, at det var Fysik og Matematik, der fangede hans hele Interesse. Allerede i Skolen gav hans Opfindertrang sig talrige Udslag. Den uløselige Opgave „Vinklens Tredeling" fik han med Lethed Bugt med ved et simpelt lille Instrument af Blik, og det har sikkert været ham en stor Skuffelse, da Docent Fjord, hvem Sagen blev refereret til, forkastede Løsningen, fordi der var

Digitized by Google

brugt andre Instrumenter end Passer og Lineal. Naturligvis gik han ogsaa i Lag med Perpetuum mobile Problemet. „Vistnok



Poul la Cour.

stod der", siger han i Selvbiografien, „i Ørsteds mekaniske Fysik „Bevis for Umuligheden af P. m."; „men", tænkte jeg, „saa maa jeg skynde mig, inden jeg bliver lige saa klog som de andre, der

Digitized by Google

ikke mere tror paa Muligheden"; og mangt et P. m. kom til Verden baade paa Papiret og i Virkeligheden. De gik bare ikke. — Disse Oplevelser har dog givet det Udbytte, at jeg maaske har været bedre skikket til at tale med de mange Perpetuummobilister, som mellem Aar og Dag henvender sig til mig".

Derimod havde han udpræget Ulyst til at beskæftige sig med Sprogfagene. Til Artium fik han Tg. i Fransk og Mdl. i Græsk; havde den strænge Steenske Karakterberegning været i Anvendelse den Gang, er det vel tvivlsomt, om han overhovedet kunde være blevet Student med saadanne Karakterer. Denne Ensidighed i Skoletiden er saa meget des mere bemærkelsesværdig, som la Cours senere Virksomhed kom til at spænde ogsaa over Omraader, der i alt Fald tilsyneladende var vidt fjærnet fra Matematik og Fysik, og han indenfor disse Fag nærede og vakte en levende Interesse for Grækernes og andre Oldtidsfolks Arbejder.

I 1869 tog la Cour Magisterkonferens i Fysik, og i de følgende Aar beskæftigede han sig hovedsagelig med Meteorologi, som han forøvrigt allerede forud havde været inde paa, idet han i 1868 havde udført Maalinger til Bestemmelse af Skovenes Indflydelse paa Klimaet (Tidsskrift for Fysik og Kemi Aarg. IX). Efter Forslag af Docent Fjord fik han overdraget Bearbejdelsen af de meteorologiske Iagttagelser, som paa Landhusholdningsselskabets Foranstaltning var udført rundt om i Landet i Aarene 1861—70. Og da det blev besluttet at oprette et meteorologisk Institut, fik han Tilbud om Pladsen som Underbestyrer ved dette. Han havde faaet en god Forberedelse til denne Stilling, dels ved ovennævnte Arbejde, dels ved Rejser i Udlandet; under en af disse havde han opholdt sig længere Tid i Uetrecht hos Buijs Ballot; en anden Gang havde han udført en 3 Maaneders Sørejse for at lære Sømandens Tarv og Trang til meteorologiske Meddelelser at kende. Endvidere havde han givet et selvstændigt Bidrag til den meteorologiske Videnskabs Udvikling gennem Opfindelsen af en Metode til Maaling af sammenhængende Skylags Højde ved Iagttagelse fra ét Sted.

Meddelelsen om denne Metode og dens foreløbige Resultater fremkom i Videnskabernes Selskabs „Oversigter" for Aaret 1871. Forfatteren blev det næste Aar belønnet med Selskabets Sølvmedalje med den Motivering, at „hans lille Afhandling indeholder flere

Digitized by Google

Oplysninger om disse Forhold (ɔ: Skyernes Højder) her i Landet end alle dem, man hidtil har kunnet samle". Ideen til Metoden fik han i Januar 1871 under et Ophold paa Skærsø ved Betragtning af en mørk Sky, som i flere Uger havde ruget ude over Kattegat. Han kom til den Erkendelse, at den formentlige Sky i Virkeligheden blot var et optisk Fænomen fremkommen derved, at det snedækte Land tilbagekastede flere Lysstraaler end Havet, der var isfrit, hvilket havde til Følge, at Skydækkets Underflade viste sig mørkere over Hav end over Land. Randen af den „mørke Sky" eller med andre Ord Grænselinjen mellem „Søhimmel" og „Landhimmel" maatte da befinde sig omtrent over Kystlinjen, og han sluttede heraf, at man kunde bestemme den virkelige Højde af et Punkt af Grænselinjen, naar man maalte Punktets Vinkelhøjde over Horizonten og tillige paa et Kort udmaalte Afstanden fra Iagttagelsesstedet til det under Sigtelinjen beliggende Punkt af Kysten. Foreløbige Forsøg viste, at saadanne Maalinger kunde give tilfredsstillende Resultater, og Skylagets Højde fandtes i Reglen at være nogenlunde den samme i Miles Udstrækning, skønt Egnen var meget bakket og Skyhøjden varierede stærkt med Tiden. Senere Iagttagelser i Nordsjælland viste, at ogsaa Skovene, som var mørke i Forhold til de snedækte Marker, gav mørke Pletter paa Skyhimlen, og Maalinger af disse Pletters Højde gav flere interessante Resultater. Ogsaa den Lysning, som om Aftenen ses over København (eller andre vel belyste Byer) kunde i visse Tilfælde bruges til Maaling af Skyhøjder, og la Cour foreslog at udnytte navnlig dette Forhold planmæssigt til Hjælp ved meteorologiske Undersøgelser. Om dette er sket, skal ikke kunne siges. Det ligger nær at tænke sig Metoden omformet paa den Maade, at der ved en Lyskaster frembragtes en kunstig Lysning af ganske ringe Udstrækning paa Skyerne; der skal være udført Forsøg af denne Art. La Cours Metode synes at maatte kunne anvendes med Fordel af Polarfarere, f. Eks. under Ekspeditioner over Is og Vand, hvor Skylaget kan antages at være nogenlunde jævnt, saa at det bliver muligt at skønne om Afstanden til og Bredden af Vandstriber i Isen forude, naar Vinkelhøjden af de tilsvarende Striber „Vandhimmel" maales, og Afstanden til en tidligere passeret Vandstribe kendes; maaske kan en eller anden af Tidsskriftets

Digitized by Google

Læsere oplyse, om noget saadant er forsøgt; at Polarfarere lægger Mærke til „Vandhimlen" er en vel kendt Sag.

Et andet meteorologisk Arbejde, som la Cour udførte, var Udgivelsen af Tyge Brahes Vejroptegnelser. Forøvrigt gav Oprettelsen af det meteorologiske Institut rigeligt Arbejde med Undersøgelse af Instrumenter og mange andre Ting.

Det varede imidlertid ikke længe, inden la Cour blev draget bort fra Meteorologien, idet han i 1874 fik Ideen til en Mangefoldstelegrafi grundet paa Stemmegaflers Evne til at slutte og afbryde en elektrisk Strøm i bestemt Takt, og en saadan taktsat Strøms („Tonestrøms") Evne til at sætte en bestemt Stemmegaffel i Svingninger. Den smukke Opfindelse, hvis Hovedtræk sikkert vil være Tidsskriftets Læsere bekendt, vakte megen Opmærksomhed. Videnskabernes Selskab belønnede den med Guldmedalje, og la Cour fik Støtte til dens videre Udformning fra flere Sider (Tietgen, den Hjelmstjerne-Rosenkroneske Stiftelse, det Raben-Levezauske Fond, det Classenske Fideikommis, Carlsberg-Fondet og Staten). Efter et stort og anspændende Arbejde, som tog saaledes paa la Cours Kræfter, at han maatte til Italien i 9 Maaneder (1875—76) for at rekreere sig, naaede han meget lovende Resultater. I 1877 havde han en stor Opstilling med 12 Stationer paa en Linje af 32 Mils Længde (kunstige Modstande); hver Station havde baade Afsender- og Modtagerapparat, og idet hver af de 12 Telegrafister afstemte sin Afsenderstemmegaffel efter et af Modtagerapparaterne, kunde de alle 12 telegrafere samtidig gennem hele Linjen uden at forstyrre hverandre; alle 12 Toner laa indenfor 1 Oktav (omtrent fra 400 til 800 Enkeltsvingninger). En trettende Telegrafist paa en af Stationerne kunde samtidig telegrafere med konstant Strøm, der kunde opfattes af et almindeligt Relæ paa alle 12 Stationer. Men i Amerika havde Elisha Gray taget Tanken op, og efter at la Cours Patentandragende havde ligget 1 Aar i Amerika, fik han derovrefra Meddelelse om, at han ikke var ene om Sagen, og at han for at faa sine Interesser varetaget skulde sende 1000 Dollars til en Sagfører. Det kunde la Cour ikke, og Elisha Gray gik af med Sejren. Paa en Udstilling i Paris 1878 vakte Gray's „Harmonic Telegraph", som havde faaet en udmærket Plads og fremtraadte i fin og ejendommelig Udstyrelse, megen Opmærksomhed, medens kun meget

Digitized by Google

faa bemærkede la Cours Apparater, der var gemt hen i en afsides Krog.

Forøvrigt havde la Cour allerede den Gang, til Dels paa Grund af Striden med Elisha Gray, forladt Stemmegaffeltelegrafien og i Stedet udviklet en Multiplekstelegrafi, grundet paa en ved „Tonehjul" tilvejebragt Synkronisme mellem roterende Apparater paa to Stationer. Ideen til Tonehjulet, hvis Indretning alle vil kende, havde la Cour faaet allerede i 1875, men det pinte ham og bidrog til hans Overanstrængelse, at han ikke kunde faa det til at gaa, skønt det efter hans Teori skulde gaa. Men da han i 1876 atter tog Apparatet frem, lykkedes det ham en Dag ved et Tilfælde at faa det til at gaa, og efterhaanden fandt han Grunden til Vanskeligheden og Midler til at overvinde den (navnlig Anbringelse af en Kasse med Kviksølv paa Hjulet). Man kunde sige, at Tonehjulet er at betragte som en lille simpel synkron Vekselstrømsmotor, der drives ved intermitterende Strøm i Stedet for ved Vekselstrøm, og ved en synkron Vekselstrømsmotor kan det jo ogsaa volde Vanskeligheder at tilvejebringe og vedligeholde „ret Fart". — Det viste sig snart, at det nye og ejendommelige Apparat frembød Muligheder for Anvendelse i flere forskellige Retninger, f. Eks. til Kronografi, Efterligning og Optælling af andre Bevægelser, Styring af en større Drivkraft, Mangefoldstelegrafi m. m. Angaaende Tonehjulets Indretning og Brug kan henvises til: „Poul la Cour: Tonehjulet" (1878), der ogsaa er oversat paa andre Sprog, bl. a. paa Tysk under Titlen: „Das phonische Rad".

Med „Tonehjulstelegrafien" var la Cour noget heldigere end med Stemmegaffeltelegrafien. Selve Tonehjulspatentet undlod han ganske vist af Mangel paa Penge at opretholde; men det amerikanske Patent paa Synkronismen lykkedes det ham efter en Amerikarejse i 1881 at faa solgt for en saadan Sum, at han ikke blot fik dækket den Gæld, Tonehjulet havde forvoldt, men endda fik en halv Snes Tusind Kroner tilovers. Køberen Delany, som havde et kapitalstærkt Selskab bag sig, tog imidlertid uden videre Patenter paa det samme ogsaa i Evropa, og la Cour maatte opgive at optage Kampen med ham her.

Senere har la Cour gjort endnu en smuk Opfindelse, som vedrører Telegrafien — dog ikke den elektriske, men den optiske. Denne Opfindelse, som han gjorde i 1883, gaar ud paa at udsende

Digitized by Google

Signallys af en saadan Beskaffenhed, at det i en spektroskopisk Kikkert fremtræder som et morseskrevet Telegram, der glider gennem Synsfeltet. Princippet for denne „Spektrotelegrafi" er følgende. Foran en Linse er anbragt et Prisme. Et Lyspunkt i Linsens Brændplan vil da gennem Linsen og Prismet sende et Bundt parallelle røde Straaler ud i en vis Retning, gule i en lidt anden Retning osv. Naar dette Lysapparat indstilles saaledes, at de røde Straaler træffer en fjærn Kikkert, som er rettet mod Apparatet, vil der kun komme rødt Lys ind i denne Kikkert. Men hvis der foruden det nævnte Lyspunkt anbringes endnu et Lyspunkt i Linsens Brændplan og en Plan gennem det første vinkelret paa Prismets brydende Kant, vil det Lys, som fra dette andet Punkt træffer Kikkerten, have en anden Farve, f. Eks. være grønt. I Kikkerten faar man da Lys af Blandingsfarven; men erstattes Kikkerten af et paa passende Maade indrettet Spektroskop, vil man se et Spektrum bestaaende af et rødt og et grønt Lyspunkt. Indrettes nu Afsenderapparatet saaledes, at der gennem Linsens Brændpunkt kan føres en bagfra belyst Papir- eller Metalstrimmel gennemhullet af Morseprikker og -streger, saa vil herved Modtagerspektroskopet vise farvede Morseprikker- og streger, som under Farveskiften glider gennem Synsfeltet; men disse Prikkers og Stregers Størrelse afhænger ikke af Afstanden mellem Afsender og Modtager. — Denne ejendommelige Form for optisk Telegrafi frembyder overfor Lysblinktelegrafien bl. a. den Fordel, at Øjet hurtigere og sikrere opfatter Forskellen mellem Prikker og Streger end mellem korte og lange Lysglimt.

Det vilde sikkert være en meget vanskelig Opgave at efterspore, i hvilket Omfang la Cours telegrafiske Opfindelser har fundet Anvendelse eller indirekte faaet Betydning. Angaaende Stemmegaffeltelegrafien kan det anføres, at den i nyere Tid er taget op af Mercadier i Frankrig; endvidere er der Grund til at fremhæve, at det Afstemningsprincip, la Cour som den første bragte ind i Telegrafien ved sin Stemmegaffelmetode, nu er i Brug ved Radiotelegrafi og her slet ikke kunde undværes. — Tonehjulstelegrafien har i alt Fald været i praktisk Anvendelse her i Europa; en af la Cours Hjælpere ved Arbejdet, nemlig E. Sabra, nu Bestyrer af „Store Nordiskes" Apparatfabrik, har meddelt mig, at han traf Tonehjulet i Brug paa en Londonsk Telegrafstation, hvor han en

Digitized by Google

Gang aflagde et Besøg. Dette stemmer godt med en Meddelelse fra anden Side, i Følge hvilken Delany gjorde gode Forretninger i England, hvorfra han endog en Tid skal have faaet 2000 Pund om Aaret. Desuden har la Cours Tonehjulssynkronisme sat sit Præg paa flere Telegrafsystemer, f. Eks. det af Avstraleren Murray for nogle Aar siden opfundne sindrige System for Hurtigtelegrafi, hvor der i alt Fald anvendes en Indretning, som ligner Tonehjulet. — Spektrotelegrafien har hidtil næppe fundet nogen Anvendelse i Praksis, skønt den blev fuldt udformet, fremvist ved Udstillingen i København 1888 og ved et lille Hefte „Spectro-Signalling" reklameret noget i England, hvor den havde vakt megen Interesse. Maaske har det ogsaa været denne Opfindelse, der har givet Anledning til, at la Cour i 1889 af den franske Regering blev udnævnt til Officier d'Academie. — En anden Udmærkelse var tidligere blevet ham til Del fra Udlandets Side, nemlig „The John Scott Medal to the most deserving", som tildeltes ham i 1883 efter Forslag af „The Franklin Institut".

Man maa uvilkaarligt spørge sig selv, hvori det kan ligge, at la Cour ikke umiddelbart fik større Resultater ud af disse Opfindelser. At de hviler paa sindrige og ejendommelige Ideer, som vidner om et sjældent Snille, synes ubestrideligt. Og at dette Snille var forbundet med praktisk Dygtighed til at sætte Ideen i Værk, viser de tekniske Resultater, la Cour opnaaede under Udformningen af Opfindelserne.

Aarsagen til, at Opfindelserne ikke gav større Udbytte, er blevet søgt deri, at Forholdene herhjemme var for smaa, og den økonomiske Støtte, der ydedes Opfinderen, for ringe. Dette er sikkert rigtigt nok. Havde la Cour haft Støtte i et kapitalkraftigt Selskab, som for Alvor vilde fremme Sagen, vilde det bl. a. kunne være forhindret, at Delany erobrede de europæiske Patenter. Men det kan vist ogsaa med Rette siges, at la Cour ikke hørte til de Opfindernaturer, som let vinder frem i økonomisk Henseende. Netop den Omstændighed, at han var en ejendommelig og original Aand, der gik sine egne Veje, var ham i denne Henseende til Hinder. Dersom en Mand med Opfinderevner gaar ind i en eller anden teknisk Virksomhed og sætter sit Snille ind paa at overvinde de Vanskeligheder, han træffer paa under Arbejdet, saa er de Opfindelser, han gør i denne Retning, forud skabt til at passe

Digitized by Google

ind paa en bestemt Plads og maaske fra først af præget af Opfinderens Viden om, hvad der let lader sig realisere paa det betragtede Omraade, og hvad der vanskeligt kan udføres; tillige har Opfinderen selv særlige Betingelser for at udforme Opfindelsen. Langt ugunstigere er den Mand stillet, hvis Tanker har draget viden om og herved gjort et Fund, slaaet ned paa et eller andet Forhold, som synes at kunne anvendes til Løsning af en Opgave af praktisk Betydning, paa hvilken der slet ikke var taget Sigte. Selv om Ideen er fuldt ud udførlig, vil der, inden den kan bringes i praktisk anvendelig Form, oftest kræves et meget stort Udformningsarbejde, hvorved Opfinderen maa sætte sig ind i Teknikken paa uvante Omraader; selv om han saa faar noget i og for sig udmærket og brugbart ud af Sagen, kan den nye Fremgangsmaade maaske ikke finde Plads indenfor de bestaaende Rammer, og der skal da meget til, at man bryder dem til Fordel for det nye i Stedet for at hjælpe sig ved mindre fuldkomne Midler. Det bliver ogsaa ved en saaledes opstaaet Opfindelse nærmest et Tilfælde, om den just kommer frem paa det rette Tidspunkt og ikke enten for sent, idet Opgaven allerede er løst ad anden Vej, eller for tidligt, idet Trangen til Opgavens Løsning først bliver følelig om 10 eller 20 Aar. — La Cours Opfindelser var nu utvivlsomt nærmest af den sidste Art. Der er al Rimelighed for, at hans Tanker har været milevidt fra Telegrafvæsenets Praksis i de Øjeblikke, da han undfangede Ideerne til Stemmegaffeltelegrafien, Tonehjulet og Spektrotelegrafien. Den sidstnævnte synes at have sit Udspring i almindelige Betragtninger over Øjets og Ørets Forhold overfor Rum og Tid — Betragtninger, som la Cour senere har nedlagt i den meget interessante og originale lille Bog: Tidens Naturlære. I Selvbiografien siger la Cour om Opfindelsen af Spektrotelegrafien: „Under Erkendelsen af den Sandhed, at Øjet er vort Ruminstrument, Øret vort Tidsinstrument, fandt jeg, at man handler uret mod Øjet, naar man ved optisk Telegrafi byder det at opfatte kortvarige og langvarige Blink. Hvad man byder Øjet, bør være udbredt i Rum; men da man i milevid Afstand ikke kan foretage nogen Udbredning, som kan ses, fandt jeg paa at præparere det afsendte Lys saaledes, at man i en spektroskopisk Kikkert paa Modtagerstationen kan se Lyset skrevet som Morsetegn". At skaffe Spektrotelegrafien Plads indenfor de bestaaende Rammer var ganske

Digitized by Google

særlig vanskeligt, fordi Metoderne for Signalering mellem Fyr og Skibe eller Skibe indbyrdes maa være fastslaaede ved internationale Regler.

Imidlertid var la Cours Livsvirksomhed gledet ind i andre Baner. For at kunne sætte al Kraft ind paa Udviklingen af sine Opfindelser, havde han taget Orlov fra Meteorologisk Institut, og da han ikke kunde faa Orloven forlænget, søgte han sin Afsked. Da han senere atter kunde tage en Virksomhed op, tog han i 1878 mod Pladsen som Lærer i Matematik og Fysik ved Askov Højskole. Seks Aar efter fik han Tilbud om Pladsen som Direktør ved Institutet; men han vilde ikke forlade Askov.

La Cours Lærervirksomhed i Askov fik stor Betydning for de nævnte Fags Stilling her i Landet, idet han højnede deres Anseelse som Højskolefag og vakte en levende Interesse for dem indenfor vide Kredse af Landbefolkningen. Medens tidligere Historien havde haft en altoverskyggende Førsterangsstilling som Højskolens „Vækkelsesfag", der skulde drage Elevernes Blik fra Pløjemarken ud mod større Vidder, viste la Cour, at det samme kunde naas ved Matematik og Fysik, og ved sin paa en Gang fængslende, klare og jævne Fremstillingsmaade i Forening med sin personlige Begejstring gjorde han disse Fag saa tiltrækkende, at det for mange Askovelever blev la Cours Timer, der bragte dem det rigeste Udbytte. Dels gennem Elevernes Beretninger, dels gennem la Cours Foredrag og Skrifter bredtes Interessen for la Cour og hans Gerning viden om, og der er utvivlsomt et stort Antal Mennesker rundt om i Landet, som har søgt og faaet Vejledning hos denne ejendommelige Højskolelærer, naar de var kørt fast i et eller andet matematisk eller fysisk Problem; en Mand fortalte mig saaledes, at han som Dreng havde skrevet til la Cour og bedt ham hjælpe sig med en Opgave, hans Matematiklærer ikke kunde forklare forstaaeligt, og han fik saa sendende en Skrivelse paa 4 Sider med 3 morsomme og elegante Løsninger af Opgaven — endda ledsaget af Tak for Henvendelsen.

Det var dog saa langt fra, at la Cour stillede sine Fag i Modsætningsforhold til Historien, at han tværtimod bragte dem i nøje Forbund med denne, idet han gav sin Undervisning historisk Form. Denne Undervisningsmetode har han lagt frem for Offentligheden gennem Bogen „Historisk Matematik" (1881 trykt som

Digitized by Google

Manuskript; senere to Udgaver) og det større Værk „Historisk Fysik“ (udkommen som Hefteværk 1896—1901), som er udarbejdet af la Cour og hans tidligere Elev, nuværende Højskoleforstander Jacob Appel. Disse to Bøger er vistnok ved deres historiske Fremstillingsmaade ganske enestaaende i Verdenslitteraturen. „Historisk Fysik“ er oversat paa Finsk, og for nogen Tid siden begyndte denne Bog at udkomme paa Tysk som Hefteværk. Det kan være tvivlsomt, om den historiske Undervisningsmetode overhovedet egner sig til Anvendelse ved Børneundervisning i Matematik og Fysik; men for Voksne er Fremgangsmaaden ikke blot fornøjelig, men ogsaa udviklende; og indirekte har de omtalte Bøger utvivlsomt ogsaa haft megen Betydning for Skoleundervisningen, idet de har givet talrige Lærere mange værdifulde Impulser.

Foruden disse to Hovedværker har la Cour skrevet eller medvirket ved flere andre Bøger af belærende Art, nemlig: en Trigonometri; en Regnebog (sammen med Jacob Appel); „Hverdagsfysik“, udgivet ved C. Christiansen, P. la Cour og K. Prytz; „Energien og dens Forvandlinger“ (Grundrids ved Folkelig Universitetsundervisning 1900); den tidligere nævnte „Tidens Naturlære“ (i „Videnskabeligt Folkebibliotek“); en Opfindelsernes Historie i Omrids, som under Titlen „Poul la Cour og Helge Holst: Menneskeaandens Sejre“ blev udgivet af „Frem“ i 1903—04; endvidere: „Poul la Cour og Troels Trier: Trolden tøjlet, tæmmet og taget i Tjeneste“ (1906), hvor Energiens Forvandlinger fremstilles under Form af et fantastisk Æventyr. — Endelig maa i denne Sammenhæng ogsaa nævnes den fortræffelige lille Bog: „Menneskelegemet“ (1889), som var et Led i la Cours Arbejde for Ungdommens legemlige Udvikling.

Tilbage staar endnu at omtale la Cours Arbejde paa at muliggøre en bedre Udnyttelse af den Energi, som i Form af Vind farer hen over Danmark, en Sag, til hvis Fremme der siden 1891 paa Finansloven er bevilget aarlige Bidrag varierende mellem 4000 og 12000 Kr. foruden en Sum af 27000 Kr. paa Finansloven 1897—98 til Opførelse af en større Forsøgsmølle; en mindre var opført tidligere.

La Cour maatte begynde fra Grunden af paa at lære Mølleteknikken at kende. Han passede i den første Tid selv Møllen og klatrede om i dens Stativ og Vinger som en Møllerdreng.

Digitized by Google

Imidlertid lykkedes det ham allerede i 1892 at give en smuk Løsning af den Opgave at bringe den ujævne Vindkraft til at drive en Aksel fuldstændig jævnt. Han opnaaede dette paa en meget fuldkommen Maade ved Hjælp af den saakaldte „Kratostat", et Apparat med Lodder og Vindfang m. m., angaaende hvis Indretning der kan henvises til Artikler i „Tidsskrift for Landøkonomi" og i „Ingeniøren" for 1892, samt til „Forsøgsmøllen I og II" (1900). Kratostaten kunde ogsaa anvendes som Regulator for andre Kraftmaskiner end Vindmotorer, og den stod i Reguleringsevne langt over ældre Regulatorer som f. Eks. Centrifugalregulatoren; medens denne først træder i Virksomhed, naar Hastigheden har faaet en kendelig Forøgelse, indtraadte Kratostatreguleringen, saasnart den regulerede Aksel havde ført en Rem et Stykke længere eller kortere frem, end den skulde være kommet frem paa det paagældende Tidspunkt — selv om denne Forskydning var foregaaet uden kendelig Hastighedsændring. Flere Forsøg med Kratostaten gav udmærkede Resultater; ved Centrifugering gav den forøgede Jævnhed i Bevægelsen et betydelig forøget Flødeudbytte, og anvendt paa et Dampskib i høj Sø frembragte den en fuldt tilfredsstillende Regulering, selv naar Skruen gik op af Vandet, medens Centrifugalregulatoren svigtede fuldstændigt ved en saadan Lejlighed. Alligevel synes Kratostaten ikke at have faaet synderlig Anvendelse, hvad enten det nu er, fordi den har vist sig for besværlig og bekostelig at anskaffe og vedligeholde, eller det er, fordi der ikke er ofret nok paa Sagens Fremme. — La Cour selv fik ikke Brug for den ved sine senere Arbejder, hvor Vinden skulde drive en Dynamo, der udrettede kemisk Arbejde. I dette Tilfælde, hvor Modstanden, som skal overvindes, vokser med Hastigheden, kunde han nemlig nøjes med en simplere Indretning, — det saakaldte Vippeforlag, d. v. s. en i en drejelig Ramme ophængt Aksel med to Remskiver, af hvilke den ene staar i Forbindelse med Arbejdsmaskinen (Dynamoen) ved en næsten vandret Rem, medens den anden staar i Forbindelse med Kraftmaskinens (Møllens) ujævnt gaaende Aksel ved en lodret Rem, der kan glide noget paa Remskiven. Ved en bestemt Belastning af Vippeforlaget kan dette da kun overføre et bestemt Træk til Dynamoen.

Ved Opførelsen af den nye Forsøgsmølle havde la Cour besluttet at anvende et eiendommeligt seksvinget Vindfang, som var

Digitized by Google

konstrueret af Møllebygger Sørensen i Skanderborg, og som ved Modelforsøg havde vist god Arbejdsevne. Dette svarede imidlertid kun daarligt til Forventningerne, og denne Skuffelse bragte la Cour til at tage Studiet af Vindfang op fra Grunden. I det 18. Aarhundrede havde Euler og andre beskæftiget sig med denne Sag; men det var ikke eksperimentale, men matematiske Undersøgelser, de havde udført, og i det 19. Aarhundrede var der ikke gjort noget ved Sagen. Nu blev den taget op af en Mand, som ikke blot var Matematiker og Fysiker, men tillige havde erhvervet sig praktisk Kendskab til Mølletekniken, og idet han forenede teoretiske Betragtninger med omfattende Forsøg over Virkningen af kunstig og naturlig Vind paa Møllemodeller og Plader af forskellig Form lykkedes det ham at tilvejebringe et solidt Grundlag for Beregningen af forskellige Vindfangsformers Arbejde ved forskellige Vindhastigheder og Omløbshastigheder; og ud herfra kunde han dels opstille en Række vigtige Regler for det firvingede Vindfangs Konstruktion, dels godtgøre, at dette, naar det var rigtigt bygget og gik med den rette Hastighed, udnyttede Vinden saa godt, at man næppe kunde vente bedre Resultater ved andre Konstruktioner. (Se „Forsøgsmøllen I og II").

Endnu stod det tilbage, at finde nye Anvendelser for Vindkraften og i Forbindelse dermed at opsamle den i Blæsttider, saaledes, at den hengemte Vindkraft kunde benyttes under Vindstille.

Først søgte la Cour at naa dette Maal ved at lade en ved Vindkraft frembragt elektrisk Strøm spalte Vandet i Ilt og Brint, som opsamledes hver for sig. Den saaledes paa Forsøgsmøllen frembragte Ilt og Brint anvendtes en Tid til Belysning af Askov Højskole ved Lamper, hvor Knaldluftflammen hvidglødede en Zirkonspids. Tillige prøvede han at sammenpresse Brinten og Ilten, saaledes at de forsendt i Staalflasker kunde finde Anvendelse udenfor Værket. Det voldte imidlertid store Vanskeligheder at tilvejebringe en for mindre Forhold brugelig Iltkompressor, og da dette endelig lykkedes, bevirkede en vis Utaalmodighed hos Lovgivningsmagten, at Forsøgene med Ilt og Brint maatte lægges til Side, idet den aarlige Bevilling for Aaret 1903—04 blev nedsat og bestemt udelukkende til Forsøg angaaende Elektricitetens Anvendelse i Landbrugets Tjeneste.

At Bevillingen nu fik denne Form stod i Forbindelse med, at la

Digitized by Google

Cour i Hovedsagen var slaaet ind paa andre Veje. Han havde opnaaet at indrette et Vindelektricitetsværk med et almindeligt Akkumulatorbatteri som Opsamlingsapparat saaledes, at det var egnet til at anvendes under landlige Forhold, idet dets Pasning kun stillede meget smaa Krav. Dels ved Vippeforlaget, dels ved et elektrisk Reguleringsapparat — „la Cours Automatnøgle" — var det gjort næsten selvpassende under Gangen.

I Efteraaret 1903 stiftedes efter Forslag af la Cour „Dansk Vind-Elektricitets-Selskab", som havde til Formaal at vejlede Befolkningen med Hensyn til Indførelsen af Vindelektricitetsværker — eller andre smaa Elektricitetsværker i landlige Egne. Til og med 1907 havde dette Selskab medvirket ved Projekteringen af ca. 60 Elektricitetsværker, deraf Halvdelen Vindelektricitetsværker med eller uden Reservedrivkraft. Endvidere har Selskabet paa Askov indrettet et Kursus for landlige Elektrikere og udgivet det af la Cour redigerede „Tidsskrift for Vindelektricitet". I dette samt i „Forsøgsmøllen III og IV" (1903) og i „Poul la Cour og Jacob Bjerre: Landlige Elektricitetsværker" vil man finde fyldige Oplysninger om Værkernes Indretning og Anvendelse.

Der er fra flere Sider rejst Tvivl om Vindelektricitetsværkernes Rentabilitet. Man har villet hævde, at de var saa kostbare, at det enten slet ikke kunde betale sig at anlægge et saadant Værk, eller at det vilde betale sig bedre at anvende en anden Drivkraft. Det er i Virkeligheden let nok at opstille nogle Beregninger paa en saadan Maade, at de synes at give dette Resultat. Men de landlige Forhold frembyder saa mange Forskelligheder, at hvad der kan være rigtigt i et Tilfælde, kan være ganske urigtigt i et andet, og navnlig hvor det drejer sig om Værker for enkelte Gaarde, spiller talrige Omstændigheder ind, hvis Betydning ikke let lader sig udtrykke i Tal paa et Overslag. Derfor betyder de gunstige Udtalelser til Fordel for Vindelektricitetsværkerne, som er fremkommet fra Folk, der selv har prøvet dem, langt mere end nogle i al Almindelighed holdte Beregninger. Naar man selv har hørt en paa sin Egn særlig anset Gaardejer udtale, at han aldrig har givet Penge bedre ud end dem, han havde anvendt paa sit Vindelektricitetsværk, og belægge denne Paastand med gode Grunde, vil man i alt Fald ikke let tro paa, at Vindelektricitetsværkerne ikke skulde have nogen Berettigelse.

Digitized by Google

Men desuden har hele den store Virksomhed, la Cour har udfoldet i denne Sag, Krav paa at betragtes fra andre Synspunkter end dem, der kan naas gennem Rentabilitetsberegninger for disse Værker. For la Cour var teknisk Virksomhed noget andet og mere end en Forretningsvirksomhed, hvor økonomisk Fordel er det eneste Maal. Teknikerens Arbejde stod for ham som en Kamp mod Naturkræfterne, værd at kæmpe, fordi den var en af Menneskeslægtens naturlige Opgaver og øvede Kræfter og Evner, som var til for at bruges. Idet han selv kæmpede med den Opgave at „tøjle Vindtrolden", gøre den til en lydig Tjener, som kunde gaa ind i Menneskers Huse, tage det haarde Slid paa sig og skabe større Skønhed, Renlighed og Tryghed, blev han baaret oppe af en stærk Tro paa, at der nok før eller senere, paa den ene eller anden Maade skulde komme noget godt ud af Arbejdet, naar han blot lagde alle sine Kræfter ind i det. Selv om det nu skulde ske, at Skeptikerne fik Ret i deres Tvivl om Vindelektricitetsværkernes Fremtid, er la Cours Tillid til, at Arbejdet vilde blive til Gavn for det danske Folk, dog ikke blevet skuffet; ti hvad enten det hovedsagelig bliver gennem mindre Værker eller gennem store Højspændingsanlæg, at elektrisk Drivkraft og Belysning vinder Indgang hos Landboerne, saa har den Virksomhed, der er udfoldet ved Forsøgsmøllen og af det derfra udsprungne Vindelektricitets-Selskab i nøjeste Tilknytning til de særlige Forhold paa Landet i Danmark, sikkert beredt Jordbunden for det nye paa en bedre Maade, end det er sket i noget andet Land. Det er derfor med god Grund, at la Cour har høstet Tak for sit ivrige Arbejde baade fra Landbrugernes og Elektroteknikernes Side; og det har sikkert været til megen Nytte for begge disse Parter, at Repræsentanter for Elektroteknikerstanden under Arbejdet paa at udforme det lovmæssige Grundlag for den fremtidige elektriske Udvikling herhjemme, har kunnet mødes med denne selvlærte Elektrotekniker, der havde grundigt Kendskab til de smaa landlige Forhold. Erkendelsen heraf har faaet sit ydre Udtryk i den Omstændighed, at la Cour blev valgt til Formand i Elektricitetskommissionen.

Digitized by Google

Th. S. Hovgaard.

Af

R. H. Pedersen.

Den 9. Marts døde efter længere Tids Sygdom cand. mag. Th. S. Hovgaard, Assistent ved Polyteknisk Læreanstalts fysiske Samling og Sekretær for Selskabet for Naturlærens Udbredelse.

Hovgaard fødtes i Jylland den 17. Aug. 1848. I 1868 tog han Skolelærereksamen, men virkede i de følgende 12 Aar kun i kortere Tid i Skolens Tjeneste. Han havde tidlig vist gode Anlæg for Naturfagene og ønskede at studere disse Fag, men fik først dette Ønske opfyldt i 1880, i hvilket Aar han kom til København. Efter at han i 2 Aar havde gennemgaaet Dr. Kinch og Eigil Schmidts Kursus, dimitteredes han derfra til Universitetet, og i 1895 tog han Skoleembedseksamen med Fysik som Hovedfag.

Hovgaard var mest kendt som Lærer. Baade i sin Studietid og efter sin Embedseksamen underviste han i Regning, Matematik og Fysik ved flere af Københavns Skoler, saaledes ved Lyceum, Østerbros Latin- og Realskole, Frk. Zahles Skole, Langager og Larsens Realskole og ved Københavns Seminarium af 1861. Alle Steder var han meget skattet som Lærer. Han havde tilegnet sig sine Fag med den største Selvstændighed og Grundighed og forstod at fremstille dem paa en simpel, jævn og anskuelig Maade. Dette i Forbindelse med hans store personlige Elskværdighed og sjældne Samvittighedsfuldhed gjorde ham fortrinlig skikket til Pædagog. Ved sit vindende Væsen knyttede han sine Elever nøje til sig og erhvervede sig deres fulde Tillid. Ikke desto mindre følte han sig ikke helt lykkelig i denne Virksomhed. Grunden dertil var dog langtfra den, at dette Arbejde ikke tilfredsstillede ham. Forholdet var snarere omvendt. Han satte det saa højt, at han følte sit Ansvar for tungt. For Hovgaard var de etiske Værdier alt, og det var ham en Livssag at være i nøje Overensstemmelse med sine etiske Idealer i stort som i smaat. Derfor kunde den mindste Uretfærdighed, som han troede sig skyldig i, være ham en Kilde

Digitized by Google

til langvarig og bitter Selvanklage. Særlig tog han sig det nær, hvis det ved Eksamen ikke gik hans Elever ganske efter Fortjeneste. Dette kunde pine ham Uger igennem. Denne overordentlige Samvittighedsfuldhed og Ængstelse, som han med Aarene led mere og mere under, var den fornemste Grund til, at han opgav sin pædagogiske Virksomhed, som han ellers havde kær, og i 1902 modtog Ansættelse som Assistent ved Polyteknisk Læreanstalts fysiske Samling. For hans Undervisnings Skyld maa man beklage denne Forandring, men for ham selv var den utvivlsomt heldig. Der kom mere Ro over ham her, hvor hans Ansvar kun gjaldt økonomiske Værdier. Hans store Interesse for Fysik og fysiske Eksperimenter gjorde ham denne Stilling meget behagelig. Derfor opgav han dog ikke ganske sit Forhold til Pædagogikken. Særlig i de sidste Aar arbejdede han paa fysiske Skoleforsøg og Apparater til Brug ved den elementære Undervisning i Fysik. Dette Arbejde, der interesserede ham meget, og som hans store Erfaring som Lærer, hans betydelige Kendskab til fysiske Eksperimenter og hans udprægede praktiske Sans gav ham saa mange Betingelser for, fik han desværre ikke fuldført. Ellers havde han sikkert faaet megen Glæde deraf.

Hovgaard vil mindes med Taknemmelighed af mange for sit gode og grundige Arbejde i sit Livs mangeartede Virksomhed, men først og fremmest vil han mindes som Menneske, som en ejendommelig, fin Personlighed.

Digitized by Google

Metersystemet

med en indledende Omtale af dansk Maal og Vægt.

Foredrag holdt i Selskabet for Naturlærens Udbredelse den 25. Marts 1908.

Af

K. Prytz.

I en „Forordning om Vægt og Maal", som udgik i Danmark—Norge i 1683, staar der følgende i § 1 og § 4:

„Den rette danske Alen skal altid være en uforanderlig Regul og Fundament til al Maal og Vægt udi begge vores Riger og skal komme net overens med to Rynlandske Fødder, hvilken Alen skal deles paa sædvanlig Maner udi sine visse Kvarter, Ottende og Sextendedele: Og en halv Alen, som er en dansk Fod, udi tolv Tom eller Tol, og en Tom i Tolv Straa eller smaa Dele: Og skal tre saadanne Alen eller seks Fødder være en ret dansk Favn, hvilken i sin Firkant skal altid forstaaes lige saa lang som bred, og i Vinkel."

„Et dansk Punds rette Vægtighed skal rettes efter en Kubikfod færsk Vand . . . som skal veje tresindstyve og to Pund . . ."

Ved denne Forordning fik det danske og — indtil 1814 — det norske Maal og Vægt en Ordning, der i hvert Fald i sine Principer og vistnok ogsaa i sin Gennemførelse var langt forud for sin Tid. Med Forordningens Udstedelse hang det saaledes sammen, at Ole Rømer var kommen hjem i 1681 fra et 9aarigt Ophold i Paris, berømt som han var fra sine Arbejder ved Pariserobservatoriet, særlig ved sin Opdagelse af, at Lyset bruger Tid om at gennemløbe Vejlængder i Verdensrummet, og at Jupitermaanernes Formørkelser giver Middel til at maale denne Tid.

Ved Siden af sit Arbejde som Professor „mathematum superiorum" ved Københavns Universitet udfoldede han en stor Virksomhed paa det praktiske Livs Omraade. Ved sit Arbejde med Indførelsen af den ny Matrikel kom han i Forbindelse med Spørgsmaalet om Maal og Vægt, paa hvilket Omraade der her i Landet, som vistnok overalt, herskede den største Forvirring, hvad tydelig

Digitized by Google

fremgaar af Indledningen til den før omtalte Forordning af 1683, der fremgik som første Resultat af Ole Rømers Arbejde i Retning af at bringe Orden paa dette Omraade. I Kraft af Forordningen blev det ny Maal og Vægt indført i Danmark—Norge, og der blev oprettet et „Probekontor", hvor Ole Rømer skulde „probere og vidimere" al Vægt og Maal, førend de stempledes.

Den nye Ordning skulde efter Forordningen være gennemført inden Pinsedag 1684. Det forstaas imidlertid let, at selv Ole Rømers Energi ikke paa saa kort Tid kunde overvinde al den gamle Slendrian, der var knyttet til Vejning og Maaling i Handel og Vandel. Det ny System for Maal og Vægt kan vistnok først regnes indført fra Aaret 1698, da den Forordning udkom, som endnu indtil denne Dag lovordner Maal og Vægt i Danmark.

Justervæsenet blev straks indrettet som en kommunal Institution, idet der blev oprettet Justerkamre i København, Odense, Aarhus, Aalborg og Ribe og for Norges Vedkommende i Kristiania og Bergen.

Ole Rømers Arbejde var sikkert nok ganske enestaaende for sin Tid; endnu hundrede Aar senere priser Professor Bugge Danmark, fordi det har samme Vægt og Maal „fra Elven til Nordkap" paa en Tid, da en saa udpræget Enhedsstat som Frankrig først var i Færd med at hæve den forvirrede Tilstand, hvori dens Maal og Vægt henlaa fra gammel Tid.

Hvor omhyggeligt og praktisk Arbejdet blev gennemført, faar man et stærkt Indtryk af ved at se paa de Normaler for Maal og Vægt, der er tilbage fra Ole Rømers Tid. Der blev tilvejebragt et Mønsterpund og en Mønsteralen, for hvis sikre Opbevaring der blev givet Regler. Det synes, som om vi endnu er i Besiddelse af disse Normaler eller dog af tro Kopier af dem. Ved Fru Kirstine Meyer er det fra Slotsforvalter ved Rosenborg Slot Bering Liisberg for nylig bleven oplyst, at der paa Rosenborg opbevares Lodder, der af Traditionen betegnes som Ole Rømers, og som synes at være urørte fra hans Tid; de er endnu ikke undersøgte.

I Rigsarkivet opbevaredes fra gammel Tid et Messingalenmaal, der af Traditionen betegnedes som „Ole Rømers Alen". Da jeg blev gjort opmærksom herpaa af Rigsarkivaren, opnaaede jeg ved hans Velvilje, at dette interessante gamle Stykke blev overført til den polytekniske Læreanstalts fysiske Laboratorium, hvor det nu

Digitized by Google

opbevares. Rømers Alen er dannet af en 45 mm bred og 3,5 mm tyk Messingskinne, hvorpaa der foruden Alenen med sine 4 Kvarter er afsat nogle ikke ækvidistante Inddelinger af artilleristisk Betydning med Paaskrifter Jærn, Granat, Krud, Bly. De fire Kvarter er afsatte ved ret fine Streger, hvis indbyrdes Afstande er henholdsvis 156,94 157,00 157,01 157,19 mm. Det ses, at Inddelingen er foretaget med betydelig Omhu, hvad der tyder paa, at den virkelig, i Overensstemmelse med Traditionen, hidrører fra Ole Rømer selv; dette bekræftes yderligere ved, at Alenen bærer Aarstallet 1687 og et smukt graveret Chr. V's Navnetræk.

Ifølge Forordningen af 1683 blev den danske Fod, $^1/_2$ Alen, sat lig med den Rhinlandske Fod. Idet man kan gaa ud fra, at den omtalte Maalestok enten har været Hovednormalen eller dog en tro Kopi af denne, har den danske Fod paa Ole Rømers Tid været 314,07 mm lang. I en Afhandling af fhv. Justermester Bruun om Justervæsenet i Danmark, som findes i Industriforeningens Tidsskrift 1863, siges: „Det antages i Almindelighed, at den danske Fod skulde være lige saa stor som den rhinlandske, men det siges ikke i Rømers Forordning (1698); denne henviser blot til de forordnede Original-Jernalener og Favnemaal, som opbevaredes paa Københavns Raadhus". Bruun synes saaledes ikke at have kendt Forordningen af 1683. Han siger videre, at da de ovennævnte Originalmaal ikke var fuldkommen lige lange, og der saaledes var Usikkerhed m. H. t. Længden af Foden, udvirkede Ørsted og Schumacher den kgl. Resolution af 28. Juni 1820, hvorefter Fodens Længde skulde gøres afhængig af Sekundpendulet. Dette synes at tyde paa, at Ø. og Schm. ikke har kendt Tilstedeværelsen af Rømers i Arkivet opbevarede Alen, som med god Grund kunde have tjent som Normal for en nøjere Fastsættelse af Foden. Bestemmelsen ved Sekundpendulet blev dog opgivet, idet en ny kgl. Resolution af 3. Juni 1835 satte den danske Fod lig den prøjsiske, som Bessel havde fastsat „af en saadan Størrelse, som man antog, den saakaldte rhinlandske Fod skulde have". Herefter er den nuværende danske Fod lig 313,85 mm, mens, som ovenfor nævnt, „Ole Rømers Alen" giver 314,07 mm ved almindelig Stuetemperatur. Forskellen hidrører sikkert fra, at der ikke paa Ole Rømers Tid har været nogen sikker Normal for den rhinlandske Fod; hvad der har bestemt henholdsvis Ole Rømers og Bessels Valg af Længden,

Digitized by Google

er vel næppe endnu oplyst; men det vilde sikkert have Interesse at faa Spørgsmaalet besvaret.

Ved Pundets Fastsættelse viste Ole Rømer sig ligesom paa saa mange andre Omraader at være langt forud for sin Tid ved at knytte Vægtenhed og Længdeenhed uløselig sammen. En Vægtenhed er langt mere udsat for at forandres i Tidens Løb end Længdeenheden, idet ethvert Slid eller Beskadigelse af et Vægtlod forfalsker det, mens en Maalestok, hvor Længden er given ved Afstanden mellem to Streger, kan gennemgaa meget ondt, uden at den rigtige Længde forsvinder. O. R. satte Pundet til at være lig $^1/_{62}$ af en Kubikfod fersk Vands Vægt. Hans Normalpund kunde altsaa forsvinde og dog reproduceres, naar kun Fodens Længde var i Behold.

I denne Forbindelse forstaar man Udtrykket i § 1 af Forordningen af 1683, hvor der staar, at den danske Alen skal være „Fundament til al Maal og Vægt" i begge Riger. Ikke blot Flade- og Rumenheden, men ogsaa Vægtenheden var grundet paa Længdeenheden.

Foruden Mønsteralenen og Mønsterpundet blev der tilvejebragt Normaler af anden Rang til Brug i Justerkamrene; paa Københavns Raadhus opbevares en mægtig Længdenormal af Jærn, prydet med Messingkugler for Enderne; paa den er de tre i Forordningen nævnte Enheder Fod, Alen og Favn afsatte. Endvidere findes der smukt udstyrede Lodder med Chr. V's Navnetræk og Københavns Vaaben.

Ved Københavns Ildebrand i 1728 blev alle Stadens Normallodder ødelagte, og man synes den Gang at have glemt Tilstedeværelsen af de allerede før 1718 paa Rosenborg anbragte Normallodder. Ti, som det fremgaar af et i Raadstuearkivet opbevaret Dokument, dateret 12. Februar 1734, mente man at staa overfor den Tingenes Tilstand, at man intet Mønsterpund havde, hvorefter man lovmæssig kunde afrette Vægtlodder til Brug i Handel og Vandel. Dokumentet begynder saaledes:

„Efter Magistratens Begæring indfandt vi underskrevne, nemlig: Jeg Politimester og Borgmester Erich Torm, jeg Borgmester Michael Worm, jeg Justitsraad og Raadmand Envold Falsen, og jeg Commerceraad og Raadmand Anthony Raff os udi Justerkammeret i mit, Justitsraad Falsens Hus, for at lade i vor Nærværelse justere de originale Lodder af alle Slags Vægt, som til Prøvelodder

Digitized by Google

ved bemeldte Justerkammer herefter skal bruges, eftersom de forrige Originaler, saavel ved Justerkammeret, som paa Raadhuset, var i Stadens ulykkelige Ildebrand forsmeltede og bedærvede, og havde Magistraten, for at træffe de nye Lodders Vægt desmere akkurat og rigtig, ladet ved Instrumentmageren Carl von Mandern forfærdige en stærk Messing-Maskine indeholdende en dansk Kubikfod, som er Netto en dansk halv Alen i Højde, Dybde og Vidde, alt i Følge af den kongelige allernaadigste Forordning af Dato 10de Januar 1698".

Den nævnte „Messingmaskine" opbevares paa Raadhuset; den er en smukt og omhyggeligt forarbejdet tærningformet Kasse, dannet af 5 plane, 6,2 mm tykke Messingplader; Tærningens Kant er tilstrøbt at være en Fod. I Dokumentet omtales det, hvorledes de 4 Mænd anbragte Kassen paa den ene Skaal af en „maadelig stor Jærnbalance" og opvejede den ved Bly paa den anden Skaal, hvorefter den blev fyldt med fersk Vand, „saaledes, at Vandet spillede paa Bredderne dog uden at stige derover". Herefter blev der lagt ialt 62 Pund af Vægtlodder, som Justermesteren i Forvejen havde afrettet efter Kassens Vandindhold, hvilket „bragte Vægten udi lige Balance". Herved var altsaa det danske Pund genfundet i Overensstemmelse med Forordningen. Ole Rømers Forudseenhed havde den Virkning, at man uden større Besvær og med en Bekostning af 110 Rigsdaler, som var Prisen for Messingkubikfoden, fik et nyt lovligt Pund.

Det omhyggelige Arbejde i 1734 for at reproducere det danske Pund tyder paa, at Traditionen fra Rømers Tid endnu levede. Men senere gik det vistnok, som det bedst kunde, med Justervæsenet, især vel i Provinsbyerne, hvor Tilstanden efter en Undersøgelse i 1820 fandtes temmelig bedrøvelig, hvorfor Provinsjusteringen faa Aar efter (1828) blev afskaffet, saa at Københavns Magistrat blev ene om Justeringen for hele Landet, hvad den endnu er.

100 Aar efter Ole Rømers Arbejde indtraf der en Begivenhed, som indledede en Revolutionering af den hele Verdens Maalen og Vejen; det var Metersystemets Tilblivelse i Frankrig under den store Revolution i Slutningen af det 18. Aarhundrede. Ejendommeligt nok fik en dansk Astronom ogsaa med den Reform at gøre, nemlig daværende Professor i Astronomi ved Københavns Universitet Thomas Bugge. Den Lov, som endelig indførte Metersystemet i

Digitized by Google

Frankrig, er dateret d. 18. Germinal Aar 3 efter den republikanske Tidsregning eller 7. April 1795. For at træffe endelig Bestemmelse om Størrelsen af Meteren og Kilogrammet, blev der i 1798 nedsat en Kommission af 11 franske Videnskabsmænd, hvoriblandt saa berømte Navne som Borda, Lagrange, Laplace og Coulomb; den franske Regering havde endvidere sendt Indbydelser til de „allierede og neutrale Magter" om at sende Delegerede til denne Kommission. Som bekendt laa Frankrig den Gang i Krig med næsten hele Europa; derved forstaar man, at der kun mødte Delegerede fra et begrænset Antal Stater, nemlig fra Holland, Schweitz, de nyoprettede italienske Republikker og fra Spanien; alle disse var formodentlig Frankrigs allierede, af neutrale Stater synes kun Danmark—Norge at have været repræsenteret, nemlig ved Bugge. I en Bog, som denne udgav i Brevform Aar 1800, har han givet en Række Skildringer af de tildels mærkelige Forhold i Datidens Frankrig, som han fik Lejlighed til at iagttage under sit 7 Maaneders Ophold i Paris og ved sit Samarbejde med de øvrige Meterkommissærer.

Vedrørende Maal og Vægt omtaler han først den store Forvirring, der herskede før Revolutionen. Saaledes var der syv forskellige Pottemaal varierende fra 47 til 84 Kubiktommer, 5 Fladeenhedsmaal, Arpent, varierende fra 341 til 510 Enheder og saaledes videre.

Han kritiserer imidlertid Republikens radikale Fremgangsmaade: at kassere alt det gamle og indføre de to helt nye Enheder Meteren og Kilogrammet, der slet ingen Tilknytning havde til det gamle.

Den Tanke at bygge op paa det gamle, siger Bugge, var alt for simpel, „man vilde ikke alene give Frankrig Ensformighed i Maal og Vægt; man vilde tillige tage det af Naturen selv, og man ønskede at indføre det iblandt alle Nationer og give hele Kloden samme Maal og Vægt".

Længere henne siger Bugge: „At forandre et Lands Maal- og Vægtsystem er forbundet med saa mange og utallige Vanskeligheder, og med saa betydelige Omkostninger, at denne Ensformighed i Maal og Vægt nok vil blive iblandt de fromme Ønsker, som aldrig kan komme til Virkelighed, og endnu uendelig vanskeligere vilde det blive at indkalde, omsmelte og omprege alle Mynter".

Digitized by Google

Som det vil ses, har Bugge ikke været nogen heldig Profet. Nu, 100 Aar efter Revolutionen, er det ikke langt fra, at Frankrig har givet hele Kloden samme Maal og Vægt; og Vanskelighederne ved at forandre Maal, Vægt og Mønt har vist sig overkommelige for næsten alle civiliserede Stater.

Det, man tilsigtede ved at skabe Metersystemet, var først at faa Tidelingen gennemført, dernæst at faa Længdeenheden, Meteren, bestemt ved et Naturmaal, saa at den kunde findes igen i Naturen, hvis den skulde forkomme, og endelig, ligesom i Rømers System, at knytte Vægt og Længdemaal saaledes sammen, at Vægtenheden, Kilogrammet, kunde fremstilles, naar man havde Længdeenheden, Meteren, og den havde man jo i Naturen; det hele System var altsaa bygget op paa Naturgrund.

Spørger man saa, hvad der blev naaet ved disse Bestræbelser, vil jeg først se paa Naturmaalets Betydning. Man valgte i Frankrig som Naturmaal selve Jordens Størrelse, idet man vedtog, at Meteren skulde være en Timilliontedel af Jordkvadranten gennem Paris' Observatorium. Man havde ældre Maalinger af denne Størrelse, men vilde dog til yderligere Betryggelse gentage disse, hvorfor Astronomen Delambre fik Ordre til at foretage en Gradmaaling i Frankrig. Han begyndte efter Bugge sine Opmaalinger i 1792 under Revolutionens Storme og derfor under meget brydsomme Forhold. Herom siger Bugge bl. a. følgende: „Det hindrede ham (Delambre) meget i Opmaalingerne og berøvede ham mange gode Stationer, da der rejste Commissarier om for at nedrive Kirketaarnenes Spire. Da han bad en af disse Commissarier, at nogle Taarn-Spir, som udgjorde hans Triangler, maatte blive staaende blot i nogle faa Maaneder, indtil han var færdig med sine Observationer, svarede Commissaren, at de maatte strax nedrives, og at de alt for længe havde opløftet deres stolte Spidse over Jacobinernes og Sansculotternes ringe Boliger."

Bugge kritiserer med god Grund den ved Gradmaalingen vundne Bestemmelse af Meterens Størrelse, idet han paaviser, at den ikke kunde give Meteren med større Nøjagtighed end $^1/_{10}$ Linie eller omtr. $^1/_5$ Millimeter, hvad der gjorde Meterens Reproduktion ad den Vej ganske illusorisk.

Tidelingen er Bugge meget lidt fornøjet med; han priser den danske fortsatte Halvering især paa Grund af den dermed følgende

Digitized by Google

lette Fremstilling og Prøvning af Underafdelingerne; dette havde sikkert paa Rømers Tid saa megen Betydning, at Halveringen var fuldt begrundet; yderligere taler det for Halveringen, at den giver lettere Regning, naar man regner i Hovedet; og paa Rømers Tid var man meget mere end nu henvist til Hovedregning og var vistnok ogsaa meget dygtigere til det end nuomstunder.

Nu er Regnestykkerne bleven mere indviklede, man har næsten al Tid Papir og Blyant ved Haanden og er vant til at bruge dem, og derfor gør Titalsystemet; de skrevne Tals System, sig saa stærkt gældende, at Fordelene ved at Maal, Vægt og Mønt er tidelte, er meget store.

Et Fortrin ved Metersystemet er Bugge ganske blind for; det er den simple Forbindelse, der er mellem Rumenheden og til den ene Side Længdeenheden, til den anden Side Vægtenheden, idet 1 Liter er Rummet af en Tærning, hvis Side er $^1/_{10}$ Meter og tillige Rumfanget af den Mængde Vand, der vejer et Kilogram. Ved denne Forbindelse simplificeres en stor Mængde Regninger, hvor man har med en Tings Vægt, Rumfang og Dimensioner at gøre, Regninger, som meget hyppig falder for.

Det var et meget stort Arbejde og store Bekostninger, den franske republikanske Regering satte ind ved Iværksættelsen af Metersystemet. Der blev for Aaret 7 (1798—99) bevilget over en Million Francs til Forfærdigelsen af de nye Maal- og Vægtenheder, og fremragende Videnskabsmænd arbejdede paa at fremstille Meteren og Kilogrammet i det kostbare Platin.

Platinet var første Gang kommen til Europa i Aaret 1741, og først i Slutningen af Aarhundredet havde man fundet sikre Metoder til dets Behandling; dets Anvendelse var altsaa noget nyt paa de Tider. Overfor Metallets Kostbarhed er det mærkeligt at se, hvad Bugge skriver om en Mand ved Navn Janetty, der havde arbejdet med Platinet for den franske Regering, men som synes at være bleven ilde behandlet af denne. I et Møde af Meterkommissionen kom Janetty tilstede, og Bugge siger herom:

„Janetty beklagede sig bitterlig over, at han havde ødelagt sig ved at arbejde i Platina. Han véd nu saa fuldkommen Besked med at omgaaes med dette vanskelige Metal, at han nu kunde rense, smelte, støbe og udsmedde Platina. Han forfærdiger Skeer, Digler, alle Slags Kar og Traad af Platina, hvilket alt til adskillige

Digitized by Google

Forsøg er meget nyttigt, og ingen andensteds kan erholdes uden hos ham. Han beklagede, at han i det sidste Aar fra Brumaire i det 6te Aar til nu eller i Nivose 7de Aar ej havde faaet til sit Værksted af Regeringen mere end 8000 Franker. Han fortalte Kommissionen, at han var saa fattig, at han ej havde mere end 30 Sous eller Skilling i sin Lomme, at han ingen Brænde havde hjæmme og ingen Penge at købe for, men at han i disse kolde Dage, da det frøs fra 8 til 13 Grader, havde maattet brænde sine gamle Døre og andet Træværk".

Kilogrammet blev fremstillet paa den Maade, at man tilvejebragte en omtr. 11 dm^3 stor Messing-Cylinder, hvis Højde og Diameter begge var omtr. 243,5 mm store. Den var hul, og Vægtykkelsen var saaledes afpasset, at den, nedsænket i Vand, kun vejede omtr. 200 g. Der blev ved en dertil konstrueret Komparator taget et større Antal Maalinger af Højde og Diameter, saaledes fordelte, at man kunde bestemme Afvigelserne fra Cylinderformen. Herved fandtes Cylinderens Rumfang i dm^3. For at finde Vægten af samme Rumfang Vand, blev Cylinderens Vægttab i Vand bestemt efter Archimedes' Princip; den blev ophængt i et snævert Rør, som bragte Cylinderens Indre i Forbindelse med Luften, hvorved det opnaaedes, at dens Vægttab i Luften kunde beregnes med større Sikkerhed end om den havde været lukket. Paa den anden Side vilde den hydrostatiske Vejning være bleven nøjagtigere, om den havde været ophængt i en Traad, hvis Tykkelse kunde være bleven meget mindre end Rørets ydre Diameter, der var omtrent 1,3 mm. Dette store Arbejde blev udført med beundringsværdig Nøjagtighed af Lefèvre-Gineau og Fabbroni. Efter Maalinger, der er afsluttede for kort Tid siden, og som er udført under Nutidens gunstigste Betingelser, afviger det i 1798—99 bestemte Kilogram kun $3 . 10^{-5}$ kg fra Vægten af 1 dm^3 Vand ved 4°.

I Loven af 18. Germinal, Aar 3 var det bestemt, at Grammet skulde være Vægten af 1 cm^3 Vand ved Isens Smeltepunkt. For at opnaa dette blev det Kar, hvori den ovennævnte Cylinders Vægttab blev bestemt, omgivet med Is, men man kunde ikke herved naa helt ned til 0°. Dette gav Anledning til, at Lefèvre-Gineau undersøgte Vandets Vægtfylde ved Temperaturer lidt over 0° nærmere. Deluc havde nogle Aar tidligere fundet Vandets

Digitized by Google

Vægtfyldemaksimum ved 5°, mens Lefèvre-Gineau nu bestemte det til 4°, og Vand af denne Temperatur blev da valgt til Definitionen af Grammet istedenfor Vand af 0°. Allerede i det syttende Aarhundrede var Vandets afvigende Forhold bleven paavist i Academia del Cimento i Florens.

I Sommeren 1799 blev man færdig med Fremstillingen af Mønstermaalene, Prototyperne, for saavel Meter som Kilogram. Afleveringen af Prototyperne fandt Sted med stor Højtidelighed. Bugge skriver saaledes derom: „Den 4. Messidor (Aar 7) eller d. 22. Juni (1799) blev de første Originaler (Etalons prototypes) af Meteret og Kilogrammet, begge af Platina, ved Nationalinstitutet højtideligen fremlagte saavel i de femhundredes Raad (Conseil des cinq-cent), som i de Gamles Raad (Conseil des Anciens). Fra begge Raadenes Forsamling begave Nationalinstitutets Expræsident Laplace, Institutets Secretærer Lefèvre-Gineau og Monge, samtlige franske og fremmede Commissarier for Maal og Vægt, tilligemed Lenoir og Fortin sig til Republikkens Arkiv, hvor de til Arkivarius og Medlem af Nationalinstitutet Camus overleverede begge Meterets og Kilogrammets første Originaler af Platina"

Danmark fik tidligt Kopier saavel af Meteren som af Kilogrammet, udførte i Platin; det var den danske Astronom Schumachers Fortjeneste. Han virkede sin meste Tid som Direktør for Observatoriet i Altona og nød stor Yndest hos Frederik VI, som trods Rigets elendige Finanser fandt Midler til at forsyne ham med kostbare Instrumenter, bl. a. de to Platinnormaler. De opbevares nu her paa den polytekniske Læreanstalt. Kilogrammet skal tjene ved Metersystemets forestaaende Indførelse som Normallod.

I de bevægede Tider i Begyndelsen af forrige Aarhundrede gik det op og ned med Metersystemet. Det blev afskaffet i Frankrig 1812, men atter indført obligatorisk i 1837. Her i Danmark nærmede vi os til Metersystemet ved en Forordning af 1839, hvor vort Pund blev gjort lig $^1/_2$ Kilogram, men Halveringsdelingen blev bibeholdt. I 1861 fik Pundet den nuværende Tideling; for Medicinalvægten og for Handel med ædle Metaller blev Gramsystemet indført henholdsvis 1868 og 1873.

Metersystemet kom i Løbet af forrige Aarhundrede mere og mere i Brug ved videnskabelige Arbejder. Da det saaledes paa

Digitized by Google

dette Omraade efterhaanden var bleven et internationalt System, følte Videnskabsmændene Trang til at sikre sig Rigtigheden af de Maalestokke og Vægtlodder, som de brugte.

Betydningen heraf kan belyses ved hvad der hændte den svenske Fysiker A. J. Ångstrøm ved hans berømte Arbejde til Fremstilling af et normalt Gitterspektrum (Recherches sur le spectre solaire. 1868). Som Enhed for de derhen hørende Længdemaalinger brugte han en Normalmeter, der opbevaredes i Upsala. Den blev i den Hensigt sammenlignet ved den franske Fysiker Tresca med Prototypen i det franske Statsarkiv.

Ångstrøms Arbejde blev udført med den største Omhu; det maatte derfor vække stor Forundring, at senere nøjagtige Maalinger gennemgaaende førte til afvigende Resultater, saa det maatte antages, at der var en Grundfejl i Ångstrøms Arbejde; denne blev omsider funden at hidrøre fra, at der var begaaet en Fejl ved Sammenligningen mellem de to Metre paa omtr. $^1/_8$ mm. Denne manglende $^1/_8$ mm voldte den gamle Ångstrøm stor Græmmelse, fordi den gjorde Udbyttet af hans Livs Arbejde tvivlsomt, og den gjorde Skade ved at man i en Aarrække havde regnet med fejle Tal paa Spektroskopiens Omraade.

Trangen til et paa videnskabeligt Grundlag arbejdende internationalt Justerkammer var altsaa tilstede og den gjorde sig gældende, ved at der i 1875 blev afsluttet en Overenskomst, Meterkonventionen, mellem 19 forskellige Stater, hvorved disse forpligtede sig til paa fælles Bekostning at oprette og underholde et videnskabeligt og stedsevarende internationalt Bureau for Maal og Vægt, hvis Sæde er i Paris.

Efter de i 70erne foretagne Overvejelser blev man enig om at forlade den teoretiske Definition af Meteren som Timilliontedelen af Jordkvadranten og af Kilogrammet som Vægten af en dm^3 Vand. Vilde man holde paa disse Definitioner, maatte man nemlig forandre begge Enhederne, og det vilde volde unyttig Forvirring. Samtidig blev det besluttet at opgive de gamle Prototyper af Platin, idet man i en Legering af Platin med 10% Iridium havde et ædelt Metal af betydelig større Haardhed end det ublandede Platin; af denne Legering blev der dannet 20—30 Metre og omtrent lige saa mange Kilogramlodder, som hver for sig blev meget nøje afpassede efter de gamle Prototyper.

Digitized by Google

Af dette Antal blev en Meter og et Kilogram udnævnte til at være de nye internationale Prototyper; de øvrige var bestemte til dels at fordeles som nationale Prototyper til de i Meterkonventionen deltagende Stater, dels at ligge som Reserve til fremtidig Brug. De gamle Platinprototyper fra Revolutionstiden opbevares fremdeles i Statens Arkiv, men nu kun som historiske Aktstykker.

Det i Henhold til Meterkonventionen oprettede internationale Bureau for Maal og Vægt blev anbragt i en ældre Bygning „Pavillon de Breteuil" i Sèvres nær ved Paris, roligt og smukt beliggende i St. Cloud-Parken. Dets Opgaver er i Meterkonventionen formulerede saaledes, at det paahviler det at sørge for

1) alle Sammenligninger og Verifikationer af de nye Prototyper for Meteren og Kilogrammet,

2) Bevaringen af de internationale Prototyper,

3) periodiske Sammenligninger af de nationale Prototyper med de internationale Prototyper og deres Kontrolmaal, saavel som Sammenligningerne af Normaltermometrene,

4) Sammenligningen af de nye Prototyper med de Grundnormaler for ikke metrisk Maal og Vægt, som anvendes i de forskellige Lande og i Videnskaberne.

5) Udmaaling og Sammenligning af geodætiske Maalestænger.

6) Sammenligning af Normaler og nøjagtige Maalestokke, hvis Verifikation maatte forlanges enten af Regeringer eller videnskabelige Selskaber eller endelig af Mekanikere eller Videnskabsmænd.

Det fremgaar af disse Opgaver, at Bureauet først og fremmest er et Laboratorium; det blev og bliver fremdeles naturligvis udstyret med de bedste og fineste Maaleinstrumenter, som kan fremstilles. Dets aarlige Budget er paa 100000 Frcs., hvoraf omtrent Halvdelen medgaar til Lønninger for Personalet. Bureauet har, som bekendt, i de 30 Aar i hvilke det har bestaaet, udført en Række Arbejder af stor Betydning for Videnskaben.

Danmark modtog sine Platiniridiumprototyper for Meteren og Kilogrammet i 1889. De har i 18 Aar ligget uforstyrrede i Nationalbanken; for $^1/_2$ Aar siden blev Kilogrammet bragt tilbage til Bureauet i Sèvres for paany at blive prøvet, før det omsider sammen med Meteren, i Henhold til Meterloven af 1907, skal træde i Virksomhed ved Afretningen af Normaler for Justervæsenet. Efter

Digitized by Google

Indenrigsministeriets Bestemmelse skal begge Prototyper i Fremtiden opbevares paa den polytekniske Læreanstalt.

Den 4. Maj 1907 blev endelig den danske Meterlov vedtagen; dens § 7 siger: „Fra det Tidspunkt, som Kongen nærmere fastsætter, dog ikke senere end 3 Aar, efter at nærværende Lov er udkommen, skal metrisk Maal og Vægt udelukkende benyttes ved al Beregning af Told og andre offentlige Afgifter. Fra dette Tidspunkt justeres ikke længere Maale- og Vejeredskaber efter det nugældende System . . . Fra samme Tidspunkt skal i Handel og Vandel, naar Parterne derom ere enige, Anvendelse af metriske Maale- og Vejeredskaber være tilladt. Fra Toaarsdagen efter fornævnte Tidspunkt bliver — med de i §§ 4 og 10 nævnte Undtagelser — metrisk Maal udelukkende at anvende".

Om Prototyperne udsiger Lovens § 2: „Meterens Længde og Kilogrammets Vægt bestemmes ved den Normalmeter og det Normalkilogram, som fra det i Paris oprettede internationale Bureau for Maal og Vægt er tilstillede Danmark".

Efter Meterlovens § 5 skal Justervæsenet gaa over fra Københavns Kommune til Staten Efter at Loven er bleven vedtaget, har Indenrigsministeriet nedsat et Meterudvalg bestaaende af 20 Medlemmer under Forsæde af Justermester Monrad. I Udvalget har man tilstræbt at faa de forskellige Institutioner, der er interesserede i Justeringen, repræsenterede. Udvalget skal forberede Meterlovens Ikrafttræden og Justeringens Overgang til Staten. Da Loven er holdt i stor Almindelighed, er der en stor Mængde vigtige Forhold at ordne ved kgl. Anordning. Det er Meterudvalgets Opgave at gøre Forslag herom.

Et af de forberedende Arbejder, nemlig Tilvejebringelsen af Normaler for Længdemaal og Vægtlodder i Overensstemmelse med Platiniridiumsnormalerne og til Brug for Justerkammeret, skal udføres paa den polytekniske Læreanstalt under Ledelse af det fysiske Laboratoriums Bestyrer. Ved at paatage sig dette Hverv er Læreanstalten i Overensstemmelse med sine Traditioner, idet den i Midten af forrige Aarhundrede leverede Justervæsenet Normaler for det halve Kilogram, som Pundet skulde veje; disse Normaler blev afrettede efter det før omtalte Schumacherske Platinkilogramslod.

Digitized by Google

De senere Aars astrofotografiske Arbejder og Opdagelser.

Af

C. F. Pechüle.

(Sluttet).*)

Hvad Udførelsen af det i forrige Foredrag beskrevne internationale Pariser-Program angaar, udkommer der jevnlig fra forskellige af de deltagende Observatorier Kataloger baserede paa Udmaalingerne af de tagne Katalogplader. Hvad de Kort angaar, som skulde være Aftryk af Kortpladerne med to Ganges Forstørrelse, er en Del saadanne hidtil kun udkommet fra de franske Observatorier, fra det spanske, fra det meksikanske og for ganske nylig ogsaa fra Observatoriet i Greenwich. Fra de andre deltagende Observatorier er der endnu ikke udkommet noget Kort, ja det tyske, det i Potsdam, har endog nægtet at optage Kortpladerne. De tre sydamerikanske Observatorier har hverken taget Kort- eller Katalogplader, ja har end ikke anskaffet de nødvendige Instrumenter. Udsigterne til Pariserforetagendets fuldstændige Udførelse omtaltes derfor i Foredraget som mindre lyse. Efter senere indkomne Meddelelser stiller de sig dog nu noget lysere. Man har formaaet Observatorierne i Perth i Vestaustralien og i Cordoba i Sydamerika til at overtage i alt Fald de to sydamerikanske Observatoriers Zoner, og Observatoriet i Brüssel til at overtage Kortpladerne for Potsdamer-Zonen. Men saa samtidig, som man paa Pariserkongressen havde tænkt sig, bliver Foretagendets Udførelse i hvert Tilfælde ikke. Det er da ogsaa blevet udtalt, at Foretagendet maaske har været for stort anlagt og fordelt paa for mange Hænder.

Navnlig dette sidste synes den nordamerikanske Astronom Pickering at have haft aabent Øje for. Paa Pariserkongressen

*) Se VI pag. 1—6. Denne anden Del af Foredraget holdtes i Selskabet for Naturlærens Udbredelse 6. Nov. 1907.

Digitized by Google

1887 var der vel mødt to nordamerikanske Astronomer; men Nordamerika sluttede sig ikke til det internationale Foretagende. Pickering er Direktør for Harvard College Observatorium i Cambridge nær Boston, hvor han med sine Medarbejdere udfolder en meget stor Virksomhed. Han understøttes ved rigelige Pengebidrag fra Institutioner og Private og har set sig i Stand til at oprette et Biobservatorium i Peru, saa at det af ham ledede Institut behersker hele Himlen, saavel Nord- som Sydhimlen. Allerede et Par Aar før Pariserkongressen 1887 havde han fattet den Plan paa sine to Observatorier at optage hele Himlen fotografisk og at tage Aftryk paa Papir til Fordeling. Dette sidste gav han Afkald paa af Hensyn til det i Paris projekterede internationale Stjerneatlas, der vilde blive af betydelig større Maalestok end det af ham tænkte. Men selve Optagelsen paa Pladerne besluttede han at udføre efter en anden Plan end Pariserkongressens. Han gik ud fra følgende Betragtning. Hvert enkelt af Pariser-Kortene vilde jo ganske vist indeholde alle Stjerner i vedkommende 2×2 Graders Himmelegn ned til 14. Størrelse, men vilde dog kun give et Billede af denne Egn, saaledes som den saa ud den Aften, den var optagen. Sammenlignede nu en eller anden Astronom, f. Eks. i Aaret 1910, denne Egn af Himlen med et Pariser-Kort af den, der var taget f. Eks. i 1900, og fandt han Afvigelser, saa vilde han ganske vist vide, at her var sket de og de Forandringer i Position, Lysstyrke eller hvad det nu ellers kunde være, siden 1900. Men hvorledes disse Forandringer havde udviklet sig i Mellemtiden, vilde han ingen Oplysning faa om. Pickering besluttede sig derfor nu til paa sine to Observatorier at lade foretage en fortsat Optagelse af hele Himlen. Saa snart hele Himlen var optaget paa et Sæt af saa og saa mange Plader, skulde der begyndes paa et andet Sæt, saa paa et tredje Sæt osv. Men for at et saadant Foretagende skulde være muligt, maatte han naturligvis ikke sætte Grænsen for de Stjerner, der skulde komme med, saa langt ned som til 14. Størrelse; ti saa vilde hver Plade kræve alt for lang Ekspositionstid. Han maatte ogsaa gøre Maalestokken mindre end Pariserkortenes, saa at hver Plade kom til at omfatte et betydelig større Stykke af Himlen end Parisernes 2×2 Gr. Dette opnaaedes dels ved at bruge Instrumenter med kortere Brændvidde, dels ved at bruge større Plader. Og for i saa store Felter at faa Stjerne-

Digitized by Google

prikkerne skarpe overalt i Feltet, hvilket ikke vilde kunne opnaas ved Enkeltobjektiver som Parisernes, bragte han store Dobbeltobjektiver (Doubletter) til Anvendelse. Kort og godt, Pickering lod opstille to astrofotografiske Apparater, et i Nordamerika, et i Sydamerika. Hvert af dem havde en Doublet af 8 Tommers (20 cm.) Aabning og 4 Fods ($1^{m},22$) Brændvidde. Pladernes Størrelse var 8×10 Tommer eller 20×25 cm; hver Plade kom til at omfatte over 10×10 Gr. paa Himlen, og med en moderat Eksponstionstid kom alle Stjerner ned til 12. Størrelse med. Hele Himlen kunde optages paa 4 à 500 saadanne Plader i Løbet af 1 à 200 Nætter, alt efter hvorledes Vejret var. De to Instrumenter har arbejdet uafbrudt siden 1889, tildels ogsaa tidligere. Maalestokken for disse Plader er ganske vist omtrent 3 Gange mindre end paa de internationale Plader, men til Gengæld kan man saa paa dem med ikke ringe Nøjagtighed udmaale hver Stjernes Position til forskellige Tider i nævnte Tidsrum, forudsat at Stjernen ikke er lyssvagere end 12. Størrelse, og i det hele taget følge Gangen i de Forandringer, der foregaar paa Himlen indenfor nævnte Lysgrænse.

Men Pickering var ikke tilfreds med at faa hele Stjernehimlen optagen et Par Gange hvert Aar. Han vilde ogsaa have den et Par Gange hver Maaned. Følgelig maatte han da ogsaa benytte andre fotografiske Apparater med endnu mindre Brændvidde og nøjes med en lavere Grænse for Lysstyrken. Paa hans nord- og sydamerikanske Observatorium har der da siden 1900, foruden de to nævnte større Apparater, været to andre mindre Apparater i uafbrudt Virksomhed. Med disse opnaas der, med en Ekspositiontid af en Time, Billeder med Stjerner ned til 11. Størrelse. Der bruges ogsaa her Plader af 20×25 cm, og paa hver saadan Plade faas et Stykke af Himlen, der er over 30×30 Gr. stort, saa at der kun skal 55 saadanne Plader til at rumme hele Himlen, og man kan derfor faa hele Himlen fotograferet mange Gange om Aaret. Maalestokken bliver naturligvis for disse Plader meget lille, knap 6^{mm} paa Graden, saa at Udmaalinger paa dem bliver mindre nøjagtige. Men de kan, som vi snart skal anføre Eksempler paa, give andre Oplysninger af stor Vigtighed.

Allerede i 1903 fandtes der saaledes i Cambridge en Samling af over 50000 Plader, paa hvilke enhver Del af Himlen var gen-

Digitized by Google

given saaledes, som den havde set ud i 1 à 200 Nætter siden 1889, tildels ogsaa noget tidligere. Der var bygget et særligt Hus til at rumme alle disse Plader, og Huset har senere maattet forstørres med en ny Fløj. Det er naturligvis bygget meget solidt, da Glasplader vejer meget. Det kaldes det astrofotografiske Bibliotek. Kommer man ind i det, der nu rummer over 200000 velordnede Plader, finder man der paa lutter Glasplader Materiale til Studier over Himlens Historie i den sidste Snes Aar.

Følgende Eksempler vil illustrere Nytten af dette Glasplade-Bibliotek.

I 1898 opdagedes paa Urania-Observatoriet i Berlin en ny lille Planet Eros. Dens hurtige Bevægelse vakte straks Mistanke om, at den maatte være Solen nærmere end nogen anden af de hidtil kendte Smaaplaneter. Da den var bleven forfulgt et Par Ugers Tid, saa man sig i Stand til i grove Træk at angive de Himmelegne, i hvilke den havde staaet i tidligere Aar. Og straks slog Pickering op i sit Plade-Bibliotek og fandt, at Planeten var optagen paa 15 Plader fra Aarene 1893—94 og paa 6 Plader fra Aaret 1896. Han kunde altsaa levere Positioner af Planeten for de to Oppositioner, der gik forud for den Opposition, i hvilken den blev opdaget, og derved saa man sig saa i Stand til straks at beregne dens Bane med stor Nøjagtighed og derigennem erkende, at den om en Del Aar vil komme Jorden nærmere, end selv Venus kan komme den, og give et meget bedre Middel end Venuspassagerne til Bestemmelse af, hvor meget Solsystemets Distance-Enhed er værd i Kilometer.

Den 21. Februar 1901 opdagede Skotlænderen Anderson en ny, stærkt lysende Stjerne i Stjernebilledet Perseus, hvilken, som man vil erindre, vakte almen Opmærksomhed. Straks kunde Pickering meddele, at han havde Fotografier af den Himmelegn fra 2., 6., 8., 18. og 19. Februar. Paa ingen af dem saas den nye Stjerne, ejheller paa 3 Fotografier af den Himmelegn fra 1887. Det kunde derved konstateres, at Stjernen var dukket op mellem den 19. og 21. Februar, altsaa ret pludselig, ligesom Tycho Brahes og andre nye Stjerner, der formodentlig opstaar ved pludselige Udbrud fra allerede beskorpede Kloder eller ved Sammenstød, for derefter langsomt at dø hen igen.

Til disse to Eksempler kunde føjes mange andre angaaende

Digitized by Google

Kometer, foranderlige Stjerner m. m. Man vil se, at Pickerings Foretagende har vist sig højst nyttigt ved Siden af det internationale Pariserforetagende, hvis Katalogplader ganske vist giver betydelig nøjagtigere Positioner end Pickerings, og hvis Kortplader ganske vist omfatter betydelig svagere Stjerner end Pickerings, men som til Gengæld ikke fortæller saa meget om de paa Himlen foregaaende „Begivenheder" som Pickerings.

Der er her dvælet lidt udførligere ved disse to store Foretagender, fordi de angaar Stjernehimlen som Helhed. I denne Forbindelse kan dog ogsaa nævnes de Optagelser, der gøres f. Eks. paa det astrofysiske Observatorium i Heidelberg med et meget lysstærkt Instrument med meget kort Brændvidde, hvorved et stort Parti af Himlen kan rummes paa én Plade og vise meget mere, end man kan se ved Betragtning af Himlen med blotte Øjne. Saadanne Plader tjener til interessante Studier over Mælkevejens finere Forgreninger, over andre Taagepartier paa Himlen, over Stjernernes ulige Fordeling paa Himmelkuglen, kort sagt, over Stjernehimlens Struktur.

Men Fotografien anvendes ogsaa paa mange specielle Omraader af den iagttagende Astronomi.

Solen fotograferes daglig paa adskillige rundt om paa Jorden liggende Steder gennem de saakaldte Heliografer, saa at man har en temmelig kontinuert Fremstilling af, hvad der foregaar paa dens Overflade, f. Eks. med Hensyn til Pletdannelser, og saa at der er mere Chance end tidligere for ikke at gaa Glip af Passagen af en mulig intramerkuriel Planet (Vulkan).

Maanen fotograferes paa mange Steder, og her kan særlig nævnes det store Pariser-Maaneatlas, der paabegyndtes af nys afdøde Læwy (se VI pag. 175).

Smaaplaneter opdages nu næsten altid ad astrofotografisk Vej, særlig paa nævnte Observatorium i Heidelberg, der stadig forfølger Dyrekredsen med sine mægtige fotografiske Apparater.

Foranderlige Stjerner opdages nu ogsaa hyppigst gennem Fotografier af en og samme Himmelegn, tagne til forskellige Tider.

Hvad meget lyssvage Objekter angaar, har Fotografien den Fordel, at man ved Anvendelsen af lysstærke Apparater og lange Ekspositionstider kan faa mere frem paa Pladerne, end det menneskelige Øje kan se selv gennem Nutidens Kæmpekikkerter, idet

Digitized by Google

Pladen i Modsætning til Øjet summerer Lysindtrykkene. Man vil saaledes mindes (se IV pag. 130), at de to nye Saturnmaaner, Phøbe og Themis, er blevne opdagede ad astrofotografisk Vej.

Ganske overordentlige Resultater har Fotografiens Anvendelse ført til i den astronomiske Spektroskopi. Saa længe man var henvist til Øjet, herskede der betydelig Usikkerhed i Udmaalingerne af Spektrene. Men da Spektrene ved Hjælp af „Spektrografer" blev fikserede paa den fotografiske Plade, blev Udmaalingerne af dem ganske anderledes paalidelige og uafhængige af personlige Opfattelser. Nys afdøde Vogel i Potsdam (se VI pag. 175) opdagede ad denne Vej gennem det Dopplerske Princip, at Algol havde en mørk Ledsager, og siden har man saavel i Potsdam som andetsteds ad samme Vej opdaget, at adskillige Stjerner, der selv i de største Kikkerter ser enkelte ud, i Virkeligheden er dobbelte, og Udmaalingerne af Spektrogrammerne giver nu Midler i Hænde til at beregne saadanne Stjernepars Baner. Paa førnævnte Observatorium i Cambridge i Nordamerika og paa dets Biobservatorium i Sydamerika optages Spektrene af alle Himlens Stjerner ned til en vis Størrelse ved at anbringe store, men smalle Prismer foran Apparaternes Objektiver. Hver Plade kommer da til at indeholde en Mængde Stjernespektra, der vel er smaa, men betragtede gennem Forstørrelse dog giver Oplysning om hvert Spektrums Natur. Findes der da særlig interessante Spektra, kan vedkommende Stjerners Spektra senere undersøges nøjere gennem større Spektrografer, saa vidt deres Lysstyrke tillader en større Spredning. Disse Plader bliver ved Hjælp af et særligt Fond (Henry Draper Memorial) alle undersøgte, førend de opmagasineres i det astrofotografiske Bibliotek, og der er ved disse Undersøgelser ogsaa opdaget mange foranderlige Stjerner, idet visse Arter af Spektra giver grundet Formodning om Foranderlighed hos vedkommende Stjerner.

Fotografien anvendes ogsaa til Studier over Dobbeltstjerner (f. Eks. paa Københavns Observatorium af Assistent Thiele), Stjerners Egenbevægelser, Stjerners Parallakser m. m. Men de alt anførte Anvendelser vil være tilstrækkelige til at give en god Forestilling om den senere Tids astrofotografiske Arbejder og om de gennem dem gjorte Opdagelser.

Men, vil man spørge, har da Iagttagelser med Øjet tabt deres Værdi i Astronomien? Langtfra.

Digitized by Google

Ser vi først hen til det store Pariserforetagendes Katalogplader, saa giver jo hver Plades Udmaaling kun de relative Positioner af de Stjerner, der findes paa Pladen, og disse kan desuden blive noget forvanskede ved Objektivets eller Pladens Fejl, hvilke sidste blandt andet kan hidrøre fra Udvaskningens Paavirkning af Hinden. De absolute Positioner af hver Katalogplades lysere Stjerner bestemmes derfor ved Øjeiagttagelser gennem Astronomernes Fundamentalinstrument, det af Ole Rømer opfundne Meridianinstrument. Dette har derfor nu fundet snarere forøget Anvendelse, og man har begyndt at anskaffe større og finere maalende end tidligere. Ogsaa Højde- og Passageinstrumenter, i det hele taget alle Instrumenter til Bestemmelse af absolute Positioner gennem Øjeiagttagelser, har bevaret deres Betydning og forbedres stadig.

Men heller ikke de andre Instrumenter er blevne overflødige, og man vedbliver at benytte større og mindre Refraktorer og Spejlteleskoper til Øjeiagttagelser, idet disse paa mange Omraader giver dels bedre, dels lettere opnaaelige Resultater end Fotografien. Nogle Eksempler vil klargøre dette.

Solens og Maanens Overflader omtaltes før som Genstande for Fotografering, hvorimod der intet sagdes om Planeternes Overflader. Med Hensyn til disse staar nemlig fotografiske Iagttagelser, i alt Fald endnu, langt tilbage for de Iagttagelser, man kan gøre med Øjet, særlig gennem stærke Forstørrelser. Øjet følger lettere de Bevægelser, Planetbilledet altid gør paa Grund af Luftens Uro, og skelner lettere f. Eks. fine, mørke Linjer i stærkt lysende Partier, som Marskanalerne (se VI pag. 172), og forskelligt lysende Detailler, der ligger tæt op ad hinanden, idet man ved den astronomiske Fotografi ikke godt kan anvende stærk direkte Forstørrelse for den Slags Objekter uden at miste for meget Lys og baade gennem selve Forstørrelsen og gennem den derved nødvendiggjorte meget lange Ekspositionstid at faa uklare Billeder. Af lignende Grund egner Fotografien sig heller ikke til Iagttagelse af nære Dobbeltstjerner og i det hele taget til Undersøgelse af en lys Stjernes nære Omgivelser.

Man vil ogsaa have lagt Mærke til, at Opdagelsen af Kometer ikke omtaltes under Fotografiens Anvendelser. Vel er der fundet nogle nye Kometer ad fotografisk Vej; men det har været tilfældigt. Der er vist Ingen, der ad denne Vej systematisk leder

Digitized by Google

efter nye Kometer, da det vilde tage urimelig lang Tid, medens man med Øjet let kan afsøge store Partier af Himlen paa én Nat gennem en Kometsøger. Derimod egner Fotografien sig fortrinlig til Studier over Kometers (som ogsaa Taagepletters) Udseende, samt til at finde Kometer, der efter Forudberegning ventes tilbage paa et givet Sted af Himlen. Enckes Komet blev ved sin sidste Tilbagekomst saaledes fundet ad astrofotografisk Vej, førend man kunde se den i Kikkert, og det samme bliver formodentlig Tilfældet med Halleys store Komet, der ventes tilbage om et Par Aar.

Om opdagede Kometer og Planeter kan i Almindelighed siges, at de forfølges lettere og vel ogsaa nøjagtigere gennem Øjeiagttagelser end gennem fotografiske Optagelser. Det samme gælder ogsaa for opdagede foranderlige Stjerner, idet Øjet opfatter finere Lysforskelle end den fotografiske Plade. Her kommer nu ogsaa det til, at den fotografiske Plade ikke gengiver en Stjernes Lys, som det ses af Øjet, idet Pladens og Øjets Modtagelighed for forskellige Slags Lys er forskellig. Røde Stjerner, der for Øjet lyser stærkt, gør kun ringe Indtryk paa Pladen. Man skelner derfor nu mellem fotografiske og visuelle Stjernestørrelser.

De ovenfor nævnte Eksempler, der kunde suppleres med mange andre, giver en god Forestilling om Forholdet mellem den visuelle og den fotografiske Iagttagelsesmetode og om deres indbyrdes Lys- og Skyggesider. Den tidligere enestaaende visus har faaet sig en kærkommen Ledsagerske i photographia, og de arbejder nu i Fællesskab paa Uranias Marker.

Digitized by Google

Ultramikroskopi.

(Af Optegnelser til en Række Universitetsforelæsninger.)

Af

Martin Knudsen.

De fleste, som er vant til Brugen af Mikroskop og har haft Lejlighed til at benytte forskellige Konstruktionstyper, vil sikkerlig foretrække de Mikroskoper, som er fabrikerede i Zeiss' Værksteder i Jena. Firmaet Zeiss har Ord for, og sikkert med Rette, at have ydet de bedste Bidrag til Mikroskopbygningens Fuldkommengørelse. Dette skyldes for en stor Del, at der i Zeiss' Værksteder bliver og i Tidens Løb er bleven lagt meget stor Vægt paa en nøjagtig og præcis Udførelse af alt Mekaniker- og Glassliberarbejde; men i første Række skyldes det udmærkede Resultat dog, at Firmaet Zeiss har forstaaet at knytte første Rangs videnskabelige Medhjælpere til Forretningen. Jeg behøver saaledes blot at minde om Professor Abbe's banebrydende Arbejder. Det var jo Professor Abbe, der indførte Begrebet numerisk Apertur, og som klargjorde, hvilken Betydning denne Størrelse har for Billeddannelsen i et Mikroskop.

Det var Siedentopf og Zsigmondy, videnskabelige Medarbejdere hos Zeiss, som i 1903 offentliggjorde en Afhandling, i hvilken de beskrev, hvorledes man kan se Smaapartikler, hvis Udstrækning kun er nogle faa Tusindedele Mikron eller Milliontedele af en Millimeter. Naar her siges, at man kan se saa smaa Partikler, er Meningen kun den, at man ved Øjets og Mikroskopets Hjælp kan erkende deres Eksistens og deres Bevægelse. Om Form og Størrelse faar man kun ringe Oplysning ved Mikroskopets Hjælp alene.

Vi vil nu se lidt nærmere paa, hvilke Betingelser der maa være opfyldte, naar man i Mikroskopet vil se meget smaa Partikler. Det er, som bekendt, Lysets Interferens, der paa den ene Side betinger, at Billeder overhovedet kan dannes i vort Øje eller ved Hjælp af de optiske Instrumenter; men paa den anden Side er det Interferensen, som betinger, at man ikke kan skælne Strukturer

Digitized by Google

under en vis Finhed, ligesom man ved den sædvanlige Benyttelse af Mikroskopet ikke kan se Smaadele, hvis Størrelse er under en vis Grænse.

Lysets Interferens giver Anledning til det Fænomen, som kaldes Lysets Bøjning, der ytrer sig ved, at selv om man benytter en Lysgiver af meget lille Udstrækning, vil de Skygger, som uigennemsigtige Genstande danner, ikke være skarpt begrænsede, men ved nøjere Eftersyn vise sig at bestaa af en Række parallelle lyse og mørke ja muligvis farvede Striber. Alle kender sikkert Fænomenet af Erfaring. Enhver har vel en Gang prøvet at se paa Solen, naar den skinner klart, og har da uvilkaarlig knebet Øjelaagene sammen, saa Lyset er kommet ind mellem Haarene i Øjenvipperne. Man ser da ikke noget skarpt begrænset Billede af den betragtede Genstand, men en Række Farver.

I Taage eller diset Vejr ser man ofte Maanen og Gadelygter omgivet af lyse Ringe, som skyldes Lysets Bøjning om de talrige smaa Vandpartikler, som findes mellem Øjet og den betragtede Genstand. Stikker man med en fin Synaal et lille Hul i et Blad Papir eller i et tyndt Metalblik og ser gennem Hullet paa en lille stærkt lysende Genstand, ses den som en udtværet Lysplet omgivet af farvede Ringe. Ser man paa den lysende Genstand gennem et Hul, der er større, finder man Lyspletten og Ringsystemet mindre. Gøres Hullets Diameter dobbelt saa stor, bliver Plettens og Ringenes Diametre halvt saa store. Gaar man nærmere til den lysende Genstand, formindskes Plettens og Ringenes Diametre i samme Forhold, som man nærmer sig Lysgiveren. Dette kan sammenfattes, idet man siger, at Bøjningsfigurens (Lysplettens og Ringenes) Dimensioner staar i omvendt Forhold til den Vinkel, hvorunder Hullets Diameter ses fra Lysgiveren.

Dette Forhold bliver i Hovedsagen uforandret, naar man anbringer en Kikkert eller et Mikroskop mellem Øjet og Hullet, men man ser da Bøjningsfiguren lige saa mange Gange forstørret som selve den lysende Genstand. Spredningskredsens eller Bøjningsfigurens Størrelse i Forhold til det af Instrumentet dannede Billede af Genstanden er følgelig omvendt proportional med den Vinkel, hvorunder Hullets Diameter ses fra Lysgiveren. Er P den lysende Genstand og F Mikroskopets Frontlinse (den yderste Linse i Objek-

Digitized by Google

tivet), kommer det altsaa an paa Størrelsen af Vinklen ω, hvorunder F ses fra P, idet Linsens Indfatning erstatter Skærmen med det lille Hul.

Vinkel ω kaldes Linsens Aabningsvinkel. Sinus til den halve Aabningsvinkel er den Størrelse, som kaldes den numeriske Apertur (ved Tørsystemer). Jo større den kan gøres, desto mindre bliver altsaa Spredningskredsen eller den Lysplet, til hvilken den lysende Partikel udtværes ved Lysets Bøjning i Mikroskopobjektivet.

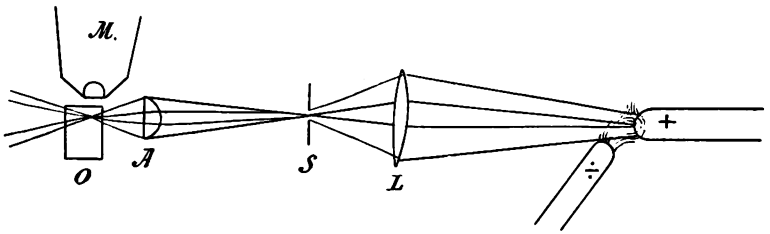
Havde man i Stedet for en lysende Partikel med lille Udstrækning haft to saa nær ved hinanden, at deres Spredningskredse for største Delen faldt sammen, vilde man altsaa ikke kunne skælne disse to fra hinanden, hvoraf atter følger, at saa fine Strukturer ikke kan erkendes ved Mikroskopets Hjælp, man er altsaa her ved Grænsen for Mikroskopets Ydeevne i billeddannende Henseende. At der findes en lysende Partikel erkendes, naar man ser dens Spredningskreds, men om Størrelse og Form faar man ingen Besked.

Jo mindre en lysende Partikel er, desto mindre Lys vil den ogsaa under ellers lige Vilkaar sende ind i Mikroskopet, og denne Lysmængde bliver tilmed tværet ud i en hel Plet, hvis Klarhed følgelig ikke bliver stor. Er Baggrunden lys, kan Øjet maaske slet ikke skælne Spredningskredsen fra Baggrunden, idet Feltet ganske vist er lidt lysere paa det Sted, hvor Spredningskredsen dannes, end paa de øvrige Steder, men Forskellen er saa ringe, at den ikke kan opfattes, det vil være som at kigge efter Stjærnerne om Dagen. Naa, der vil jo heller ikke være nogen Mening i at søge at se en lys Partikel paa lys Baggrund, hvor man kan undgaa det. Mere Mening vil der, før man faar tænkt sig rigtig om, synes at være i at se en mørk Partikel mod lys Baggrund. Det Billede, en saadan Partikel giver, er nøjagtigt komplementært til Billedet af den lysende Partikel, d. v. s. før havde vi en svagt lysende Spredningskreds paa mørk Baggrund, nu har vi en lys Baggrund, der paa det Sted, hvor Spredningskredsen dannes, er lidt mørkere end paa de øvrige Steder. Vi er altsaa ikke synderlig bedre stillede her, end naar man vil søge at se en lysende Partikel mod lys Baggrund. Gælder det om ved Mikroskopets Hjælp at gøre smaa Partikler synlige, maa man følgelig sørge for, at Partiklerne er lysende og Baggrunden mørk. Da de Partikler, som man vil se,

Digitized by Google

ikke er selvlysende, maa man sørge for at belyse dem paa en saadan Maade, at der ikke kommer andet Lys ind i Mikroskopet end det, der tilbagekastes eller spredes fra Smaapartiklerne, Smaabakterierne, eller hvad det nu er, man vil se paa. Man er altsaa ved en af de Belysningsmetoder, som kan kaldes Mørkgrundsbelysningen, Tyskernes Dunkelfeldbeleuchtung. Af saadanne Belysningsmetoder er der flere.

Den mest tilfredsstillende er den af Siedentopf og Zsigmondy angivne Metode, der principielt er den simpleste af alle. Man lader Lyset komme ind i Præparatet i en Retning vinkelret paa Sigtelinjen. Af Belysningsstraalerne faar man da ingen direkte ind i Objektivet, men kun dem, der afbøjes fra smaa Legemer i Præ-



paratet. Objektets Overflade maa naturligvis være plan og ligesaa den Flade, hvorigennem Lyset kommer ind i Præparatet. Hermed er altsaa givet, at Præparatet maa have to plane Flader, der støder sammen under en ret Vinkel. Opstillingen er følgende: Af en Buelampes glødende Kul (hosst. Fig.) dannes ved Hjælp af en lille fotografisk Linse L et Billede paa en vandret Spalte S i en Metalplade. Spaltens Længde og Bredde kan reguleres og bestemmes ved Hjælp af Finskruer, og af Spalten dannes et Billede ved Hjælp af et svagt Mikroskopobjektiv, f. Eks. Zeiss A.

Dette Billede dannes inde i Objektet O, i hvilket Straalerne belyser et Lag, der er ganske smalt og lidet tykt. Er Spalten f. Eks. 0,03 mm bred, og er det af Objektivet A dannede Billede 10 Gange saa lille, bliver det belyste Lag kun 3 μ tykt. Gennem Mikroskopet M ser man, hvad der i dette Lag findes af spejlende og afbøjende Partikler.

Denne Metode er først bleven anvendt til at undersøge de smaa Guldkorn, der findes i Rubinglas og som giver dette Glas den karakteristiske røde Farve. Rubinglasset anvendes til Mørk-

Digitized by Google

kammerlygter til fotografisk Brug. Siedentopf og Zsigmondy fandt at disse Guldkorns Størrelse varierer mellem 3 og 7 $\mu\mu$ (Milliontedel Millimeter). Siden er Metoden bleven anvendt til Studiet af kolloidale Opløsninger. Af en Opløsning af et Guldsalt kan Guldet ved Fældning paa passende Maade udskilles, saa de enkelte Guldkorns Størrelse bliver omtrent, som man vil have dem. Er Kornene forholdsvis store, bliver Vædsken uklar, og Gulddelene bundfældes langsomt ved rolig Henstand. Er Guldkornene forholdsvis smaa, er Vædsken klar, men stærkt farvet, og man iagttager ingen Bundfældning; vi har da en af de saakaldte kolloidale Opløsninger. Mærkeligt nok er den røde Farve af en saadan Guldopløsning næsten den samme, hvad enten Kornstørrelsen er 25 $\mu\mu$ eller mindre, ned til 1 $\mu\mu$. Tilsættes Kogsalt til Opløsningen, bliver denne blaa, Guldet koagulerer og sætter sig til Bunds. — Gøres Kornstørrelsen mindre end 1 $\mu\mu$, bliver det fra hvert enkelt Guldkorn tilbagekastede Lys for ringe i Styrke til at forraade Guldkornets Tilstedeværelse. Opløsningen er da selv overfor Ultramikroskopet optisk homogen.

Til Sammenligning med de her omtalte Størrelsesforhold kan tjene, at man paa flere forskellige Maader kan faa en Forestilling om Molekulernes Størrelse. Man finder, at de betragtede som Kugler maa have en Diameter, der netop er ca. 1 $\mu\mu$, men denne Bestemmelse er dog meget usikker, saa hermed er endnu ikke givet, at man kan se Molekulerne enkeltvis.

Ogsaa ved Undersøgelse af Æggehvidestoffer og forskellige Farvestoffer med stort Molekultal har Ultramikroskopet gjort god Nytte, idet man ved dets Hjælp har godtgjort, at disse Stoffer som en meget væsentlig Bestanddel indeholder en Mængde Smaapartikler, der kan ses enkeltvis i Mikroskopet.

Digitized by Google

Mindre Meddelelser.

Et simpelt Demonstrationsapparat til Bestemmelse af Varmeenhedens mekaniske Ækvivalent*).

Det Apparat, der benyttes til Forsøget, er et stort Termometer med kugleformet Beholder, og som foroven har en Kugle, der er af samme Størrelse som Beholderen. Kviksølvet naar omtrent midt paa Haarrøret ved almindelig Stuetemperatur. Som passende Dimensioner opgives: Kuglernes Radius 2,8 cm, Afstanden mellem Kuglernes Midtpunkter 50 cm; 1° C. Temperaturstigning medfører en Stigning af Kviksølvet i Haarrøret paa 15 mm. Vendes nu Apparatet om, løber Kviksølvet fra den fyldte øverste Kugle til den nederste, den derved tabte Beliggenhedsenergi omsættes til Varme, og saafremt man kan se bort fra Varmetabet ved Udstraaling og til Opvarmning af Glasset, vil hele Varmemængden benyttes til at fremkalde en Temperaturstigning af Kviksølvet; har man vendt op og ned paa Apparatet et lige Antal Gange, saa at den Kugle, der først var nederst, ogsaa er det tilsidst, vil Temperaturstigningen give sig til Kende ved at Kviksølvet staar højere i Haarrøret, og af Stigningen aflæses Temperaturforøgelsen; lad denne være $\triangle t$, Afstanden mellem Kuglernes Tyngdepunkter h, Kviksølvets Vægt Q og Antallet af Omdrejninger 2n samt Varmeækvivalenten A, har man, idet Kviksølvets Varmefylde er 0,0333

$$A\,Q \,.\, 0{,}0333 \,.\, \triangle t = 2n \,.\, Q \,.\, h;\ \text{altsaa}$$

$$A = \frac{2n\,h}{0{,}0333 \,.\, \triangle t};\ \text{er f. Eks. } h = 0{,}6 \text{ m og } 2n = 10$$

$$A = \frac{10}{0{,}0333 \,.\, \triangle t} = \frac{300}{\triangle t}$$

Hvis man faar $\triangle t = 0{,}7$ faas den sædvanlige Værdi af A. Naturligvis maa der tages nogle Forsigtighedsregler for at gøre Forud-

*) L. Kann: Phys. Zeitschrift 9de Aarg. Nr. 8

Digitized by Google

sætningen for Regningerne rigtige. For det første kan man tilstrækkelig godt beskytte Apparatet mod Varmeveksling med Omgivelserne, hvis man indpakker det i Uld med Undtagelse af Haarrørets midterste Del og dernæst anbringer det sammen med et Termometer i en Kasse med en Spalte ud for Haarrør og Termometer. Endvidere maa man afpasse Dimensionerne af Kugle og Rør saaledes, at Glasmassen bliver forsvindende i Forbold til Kviksølvmængden, at Termometerudslagene bliver store, og at Faldtiden ikke bliver for lang; ved de ovenfor angivne Dimensioner er den 6′ for 10 Omdrejninger. K. M.

Helium.

Det har atter vist sig, at Meddelelsen om Heliums Fortætning var forhastet. D. 14. April telegraferede Kamerlingh Onnes til „Nature“*) for at meddele, at han ved fortsatte Undersøgelser havde opdaget, at han havde taget fejl, naar han havde troet, at Helium var fortættet til et fast Stof; det faste, han havde observeret i den luftformige Helium, naar han lod den afkøles stærkt ved pludselig Udvidelse, var Brint; den Helium, han benyttede, havde haft et større Brintindhold, end han havde formodet, og det var altsaa denne Urenhed, der havde fortættet sig. Han meddelte straks sin Fejltagelse til Akademiet i Amsterdam og bad „Nature“ offentliggøre en Tilbagekaldelse af sin Notits af 12. Marts om Fortætningen. K. M.

Bøger.

Aug. Föppl: Vorlesungen über technische Mechanik; 5te Bind: Die wichtigsten Lehren der höheren Elastizitätstheorie, Leipzig 1907, B. G. Teubner. 391 Sider, 10 Mk.

---

*) „Nature“. April 16de.

Digitized by Google

Föppl's Forelæsninger ved den tekniske Højskole i München over rationel og teknisk Mekanik har siden deres første Fremkomst i Bogform i 1897—1900 (fire Bind, omfattende: I Einführung in die Mechanik, II Graphische Statik, III Festigkeitslehre, IV Dynamik) vundet en overordentlig og fortjent Anerkendelse og Udbredelse. Deres flydende, ligesom fortællende Sprog og deraf følgende Letlæselighed og deres stadige Understregen af Hovedsynspunkterne og Fremhæven af den til Grund liggende Tankegang, hvorved denne altid ogsaa for Læseren kommer til at staa som Nr. 1 og Detailudregningen som Nr. 2, har skaffet den en Plads for sig selv, lidt udenfor Rækken af andre Lærebøger, der behandler lignende Emner. Idet Föppl i sine Bøger mindre lægger an paa at præstere de nødvendige færdige Formler end paa at føre sine Læsere ind til det behandlede Spørgsmaals Kærne, former han tillige altid Fremstillingen saaledes, at den peger ud over sig selv, og jævnlig giver han Antydninger og Anvisninger, som gaar langt ud over den egentlige Forelæsnings Ramme. I de adskillige nye Oplag, som hans Bøger allerede har oplevet, er disse Anvisninger stadig voksede i Omfang, og ved Udarbejdelsen af 3dje Udgave af Bd. III (Festigkeitslehre) bestemte han sig derfor til at indskrænke dette Bind til kun at omfatte netop det nødvendige for det normale Studium ved Højskolen, og at henvise alle de videre gaaende Undersøgelser til et nyt (5te) Bind; det er dette, som nu foreligger. Paa lignende Maade vil der forøvrigt fremkomme et 6te Bind, som indeholder videre gaaende Undersøgelser fra Dynamikkens Omraade.

Indholdet af det foreliggende 5te Bind er ifølge Titlen „de vigtigste Udviklinger fra den matematiske Elasticitetsteori", og hermed menes de for Ingeniører vigtigste. Det har ganske vist aldrig været noget helt sjældent, at en Ingeniør kunde blive stillet overfor en eller anden elasticitetsteoretisk Undersøgelse, som gaar langt ud over det i den daglige Praksis nødvendige, hvilket ogsaa tilstrækkeligt fremgaar af de Bidrag til Elasticitetsteorien, der skriver sig fra Ingeniører; men de Tilfælde, hvor et nærmere Kendskab til Elasticitetsteorien er ønskelig for en Ingeniør, er i de senere Aar blevne langt hyppigere end tidligere, og Føppls Bog imødekommer derfor virkelig et Krav, der er oppe i Tiden. Antagelig vil den tillige kunne bidrage til, at den rene Videnskabs Mænd og Praktikerne lettere kan finde hinanden, hvilket vel i mange Tilfælde

Digitized by Google

vil være til Fordel for begge Parter. — Bogen behandler følgende Afsnit:

I. Spændingstilstand og „Materialanstrengelse" (Aarsagerne til Brud), hvor navnlig Mohrs Hypotese fremhæves fremfor den almindelige Poncelet—St. Vénant'ske, der søger Aarsagen til et Brud i Forlængelsen, men som faktisk ikke kan bringes i Overensstemmelse med de foreliggende Forsøgsresultater. II. Beregning af Plader, krumme Bjælker o. l., hvorved en Mængde praktisk vigtige Spørgsmaal berøres, som f. Eks. Reservoirmure, roterende Skiver, Skytskonstruktion, Bundtryk i Kornsiloer m. m. III. Vridning af prismatiske og Omdrejningslegemer (herunder f. Eks. Udbøjning af lange Aksler, Aksler med inddrejede Noter o. l.). IV. Omdrejningslegemer med symmetrisk aksial Belastning, Varmespændinger. V. De almindelige Sætninger om Deformationsarbejdet (det virtuelle Arbejde, Castigliano's og Maxwell's Sætninger; herunder f. Eks. ogsaa Støbespændinger o. l.). VI. Forskellige Anvendelser som Hertz's Teori for Berøring og Haardhed, Rullelejer for Brodragere, Spændingsfordelingen i en gennemhullet Trækstang, Spændingstilstanden i en løs Jordmasse o. l. — Af denne Ovessigt fremgaar det, at Indholdet er meget righoldigt, skønt der som sagt kun er behandlet saadanne Spørgsmaal, som staar i Forbindelse med praktiske Anvendelser. Bogen er skreven paa Föppls sædvanlige tiltalende Maade og egner sig til at sætte Tankerne i Bevægelse ogsaa udover de Grænser, hvortil Behandlingen er ført frem I sit Udspring og sit Formaal er den ret enestaaende som et Sammenknytningsled mellem den rene Teori og den videnskabelige Praksis, saa man kan kun — og ganske særlig naar man er Repræsentant for den sidste — ønske den størst mulig Udbredelse i begge disse Lejre. A. Ostenfeld.

Rasmussen, Simonsen og Fischer: Lille Naturlære. (Lehmann & Stages Forlag. Kbhvn. 1908. 128 Sider. Pris 1,50).

Denne Naturlære er væsentlig en kortere Udgave af Rasmussen & Simonsen: Fysik for Mellemskolen, og den er bestemt til Brug i Folkeskolens højere Klasser. — Det er altid en meget

Digitized by Google

vanskelig Sag at udarbejde en lille Lærebog i et eller andet Fag. Det er ikke let at afgøre, hvad der bør tages med, og hvad der kan udelades. Det er ganske umuligt i denne Henseende at tilfredsstille alle. Den ene Lærer vil savne et, den anden et andet.

Den vigtigste Fordring, der maa stilles til en Lærebog i Fysik for Folkeskolen, er vel nok, at den er praktisk i sit Anlæg, saa den giver Børn Forstaaelse af de Fænomener, som de allerede kender lidt til, eller som de ikke kan undgaa at møde i Fremtiden. Denne Fordring fyldestgør Bogen i de fleste Tilfælde. Den ofrer den el. Strøm og dens Anvendelse rigelig Plads, den omtaler elektriske Straaler, Telegrafering uden Traad osv. Men der mangler dog adskilligt, som jeg af Erfaring ved, at Børn ønsker Oplysning om, f. Eks. nyere Glødelamper, Fonografen, Støbning, Gasværk, Vandværk. Adskillige vigtige Afsnit forekommer mig alt for kortfattede f. Eks. Telegrafering. Det overlades til Børnene — eller rettere Læreren — at afgøre, hvad Nytte Stregerne og Prikkerne er til. Telegraftegnene interesserer Børn saa meget, at de bør medtages.

— En anden væsentlig Fordring angaar Fremstillingen og Sprogets Godhed. Fremstillingen i Bogen er i det hele god, og Sproget jævnt og naturligt, vel afpasset for Børn. Dog er det uheldigt at sige: Vinden bruges f. Eks. til at hejse Vand op af Brønde. Det er heller ikke heldigt at tale om Dynamoens Poler (§ 88), naar det ikke nogensteds er angivet, hvad dens Poler egentlig er. I § 68 nævnes et Element af en sjælden elektromotorisk Kraft, nemlig 3 Volt. Hvad mon det er for et?

— De omtalte Mangler er dog af den Art, at Læreren let kan afhjælpe dem. Og Bogen har saa mange gode Egenskaber, at Manglerne ved Siden af dem kun vejer lidt. Mange Afsnit er særdeles vel afpassede efter Folkeskolens Tarv og godt fremstillede. Særlig vil jeg fremhæve Afsnittet om Lys og de kemiske Stykker. Bogen er dernæst udstyret med gode Illustrationer og godt Tryk. Jeg nærer derfor ingen Tvivl om, at den vil være et særdeles brugbart Hjælpemiddel ved Fysikundervisningen i Folkeskolen.

N. Sørensen.

Digitized by Google

REGISTRE

TIL

FYSISK TIDSSKRIFT

DE 5 FØRSTE AARGANGE

KØBENHAVN
HOVEDKOMMISSIONÆR: JUL. GJELLERUP
GRÆBES BOGTRYKKERI
1907

Digitized by Google

Digitized by Google

NAVNEREGISTER

Agertoft, P., cand. mag.: Anmeldelse. (M. Knudsen: Lærebog i Fysik for Medicinere. Elektricitetslære. Mekanisk Fysik og Varmelære.) ..... 3. Aarg. S. 34
— Anmeldelse. (H. O. G. Ellinger: Lærebog i Fysik for Mellemskolen.) ..... 3. — · 36
Andersen, A., Adjunkt: Fysiske Skoleøvelser i Mellemskolen. 4. — · 264
— Fysikundervisning i Mellemskolen. (Indledning til Diskussion. Fysiklærermødet i Sorø, Juli 1906.) ... 5. — · 32
(Arrhenius, Svante.) Se: Holst, H.: Arrhenius' astrofysiske Teorier ..... 4. — · 1
— Se: Bjerrum, N.: Anmeldelse. (Svante Arrhenius: Theorien der Chemie.) ..... 5. — · 71
(v. Baeyer, Adolf.) Se: Biilmann, E: Adolf v. Baeyer ... 4. — · 103
Barmwater, F., Dr. phil.: Om Kogepunktsbestemmelse.. 1. — · 54
— Om Brugen af Almanakken i Astronomiundervisningen 1. — · 113
— Nogle simple Skoleforsøg fra Varmelæren ..... 1. — · 155
— Nogle fysiske Skoleøvelser ..... 2. — · 63
— Kirchhoffs Lov (Tumlirz.) ..... 2. — · 91
— Nogle fysiske Skoleøvelser (Forts.) ..... 2. — · 95
— do. (Forts.) ..... 2. — · 140
— Nogle fysiske Skoleforsøg (Forts.) ..... 2. — · 206
— Nogle fysiske Skoleøvelser (Forts.) ..... 2. — · 244
— Anmeldelse. (E. Pfeiffer: Physikalisches Praktikum für Anfänger.) ..... 2. — · 276
— Om Brugen af Almanakken i Astronomiundervisningen 3. — · 37
— Fysik og Kemi i Gymnasiet. Nogle Bemærkninger i Anl. af Adj. Sundorphs Artikel om samme Emne. 3. — · 115
— Lidt om Øjet og Briller. (Til Undervisningsbrug.).. 4. — · 248
— Fysikundervisning i Gymnasiets math.-naturvidensk. Afdeling. (Indledningsforedrag til Diskussion. Fysiklærermødet i Sorø, Juli 1906.) ..... 5. — · 26

Digitized by Google

(Barmwater, F.) Se: Sundorph, Th.: Praktiske Øvelser i Gymnasiet ..... 3. Aarg. S. 166
— Se: Matthiessen, F. C.: Anmeldelse. (F. Barmwater: Lærebog i Varme. 2. Udg.) ..... 4. — . 244
— Se: Christensen, N.: Anmeldelse. (F. Barmwater: Lærebog i mekanisk Fysik. 2. Udg.) ..... 5. — . 117
— Se: Christensen, N.: Anmeldelse. (F. Barmwater: Lærebog i Optik.) ..... 5. — . 150
(Becquerel.) Se: la Cour, D.: Om Becquerelstraaler ..... 1. — . 209
Biilmann, Einar, Dr. phil.: Adolf v. Baeyer ..... 4. — . 103
(Birkeland.) Se: Meyer, K.: Den Birkeland-Eydeske Salpeterfabrikation ..... 4. — . 176
Bjerrum, Niels, mag. scient.: I. H. van't Hoff ..... 1. — . 70
— do. (Forts.) ..... 1. — . 104
— Udstraalingslovene og deres Anvendelse til Maaling af høje Temperaturer. (Efter Foredrag af Pringsheim.) 2. — . 15
— Referat. (Docent M. Knudsen: De internationale Havundersøgelser. Foredrag.) ..... 2. — . 22
— Referat. (Prof. K. Prytz's nye Slangepumpe. Efter Meddelelse, udsendt fra R. Fuess, Berlin.) ..... 2. — . 128
— Referat. (En Fremgangsmaade til Fremstilling af større Mængder af Argon. Af K. Prytz.) ..... 2. — . 130
— Anmeldelse. (I. N. Brønsted: Om Ændringen i fri Energi ved kemiske Processer.) ..... 3. — . 126
— Anmeldelse. (Svante Arrhenius: Theorien der Chemie.) 5. — . 71
(Blondlot, R.) Se: Meyer, K.: Referat. (En ny Slags Straaler, der kan gaa igennem Metaller, Træ m. m.) 2. — . 6
Bose, Margrete, f. Heiberg, mag. scient.: Referat fra det tyske Bunsensselskabs Møde i Bonn, Maj 1904 .... 3. — . 31
(Bruun, J. B., cand. polyt.) Se: Larsen, Abs.: Anmeldelse. (J. B. Bruun: Elektriske Anlæg til Stærkstrøm.) ... 2. — . 271
Brønsted, J. N., mag. scient.: Hovedpunkterne af den kemiske Massevirkningstheori ..... 1. — . 144
— do. (Forts.) ..... 1. — . 182
— Om Muligheden for et kritisk Punkt: Fast-flydende. (G. Tammann.) ..... 3. — . 242
(Brønsted, J. N.) Se: Bjerrum, N.: Anmeldelse. (J. N. Brønsted: Om Ændringen i fri Energi ved kemiske Processer.) ..... 3. — . 126
Burke, John Butler: Om den spontane Virkning af radioaktivt Stof paa Gelatine-Medium. (Oversættelse.). 4. — . 10
Bølck, O., Prlt., Lærer ved Skydeskolen: Beliggenheden af det fælles Tyngdepunkt for to Metaller af forskellig Vægtfylde, der sammensættes til en given Længde . 1. — . 190
Christensen, Arnold: Om Forklaringen af Wagners Hammer i de fysiske Lærebøger ..... 5. — . 82

Digitized by Google

(Christensen, A.) Se: Larsen, Abs.: Anmeldelse. (Elektriske Maalemetoder. Af Arnold Christensen.)..... 2. Aarg. S. 278
Christensen, J. Herm., cand. polyt.: Lidt om Forsøg paa at bygge en ny Akkumulator..... 2. — . 40
Christensen, Niels, Adjunkt: Skoleøvelser fra Varmelæren for 5te og 6te m. n. Klasse..... 4. — . 210
— Skoleøvelser i mekanisk Fysik i 5te og 6te m. n. Klasse..... 4. — . 252
— do. (Forts.)..... 5. — . 80
— Fysiklærermødet i Sorø..... 5. — . 83
— Anmeldelse. (F. Barmwater: Lærebog i mekanisk Fysik. 2. Udg.)..... 5. — . 117
— Anmeldelse. (F. Barmwater: Lærebog i Optik.)..... 5. — . 150
Christensen, Odin T., Prof.: Et organisk Stof af simpel Sammensætning. Formaldehyd og nogle af dets Anvendelser. (Foredragsreferat.)..... 1. — . 204
— Julius Thomsen. 16. Febr. 1826—16. Febr. 1906... 4. — . 137
— Fosforescerende Stoffer, Lysfarver og Lysstene. (Foredrag.)..... 5. — . 157
Christiansen, C., Prof.: Før og nu..... 1. — . 1
— Elektronteorien. I..... 4. — . 62
— Nobelprisen i Fysik for 1905. (P. Lenard.)..... 4. — . 101
— Elektronteorien. II..... 4. — . 107
— Om det elektromagnetiske Grundlag for Mekanikken. (Foredrag ved Fysiklærermødet i Sorø i Juli 1906.). 5. — . 11
— J. J. Thomson..... 5. — . 87
(Christiansen, C.) Se: Meyer, K.: Foredragsreferat. (Prof. C. Christiansen: Om Elektricitetens Oprindelse.)... 1. — . 201
— Se: Meyer, K.: Anmeldelse. (C. Christiansen: Lærebog i Fysik. 2. Udg.)..... 2. — . 273
— Se: Meyer, K.: Anmeldelse. (C. Christiansen: H. C. Ørsted som Naturfilosof.)..... 2. — . 274
la Cour, Dan, mag. scient., Afdelingschef v. d. met. Inst.: Om radioaktive Stoffer og deres Straalers Hovedegenskaber..... 1. — . 29
— do. (Forts.)..... 1. — . 33
— Om Becquerelstraaler. (Foredragsreferat.)..... 1. — . 209
— Om Radioaktivitet og nogle luftelektriske Forhold . 2. — . 69
— Aeronautisk Materiel i Meteorologiens Tjeneste .... 2. — . 89
— Lidt om det elektriske Potentiale i Atmosfæren .... 2. — . 121
— S. P. Langley: Om Variationer i Solkonstanten og disses eventuelle Indflydelse paa Temperaturen paa Jorden 3. — . 53
— Referat. (Prof. K. Prytz: Optisk Kontakt mellem et Mikroskop og en spejlende Flade.)..... 3. — . 249
— Adam Frederik Wivet Paulsen, født 2. Jan. 1833, død 11. Jan. 1907..... 5. — . 85

Digitized by Google

la Cour, Dan: Om Maanens Indflydelse paa Vejret. (Foredrag.)	5.	Aarg.	S. 205
— Om Forandringer i Temperaturforholdene	5.	—	214
(la Cour, Poul, Prof.) Se: Larsen, Abs.: Anmeldelse. (Poul la Cour: Forsøgsmøllen III og IV.)	2.	—	8
— Se: Larsen, Abs.: Anmeldelse. (Tidsskrift for Vindelektricitet. udg. af P. la Cour.)	2.	—	270
— Se: Meyer, K.: Anmeldelse. (Menneskeaandens Sejre. Opfindelsernes Historie i Omrids. Af Poul la Cour og Helge Holst.)	3.	—	127
(Crookes, W.) Se: Meyer, K.: Farvning af Glas ved ultraviolet Lys	4.	—	27
Dewar, Charles.) Se: Meyer, K.: Fortætning af Luftarter, lav Temperatur	2.	—	19
(Ebert.) Se: Johansen, E. S.: Et Apparat til Bestemmelse af Luftens Indhold af Ioner	2.	—	75
Ellinger, H. O. G., Prof.: Elektricitetsmaalere. (Foredrag).	2.	—	221
— Hefner-Lampen	2.	—	228
— Gnisttelegrafen eller Telegrafering uden Traad. (To Foredrag.)	3.	—	169
(Ellinger, H. O. G.) Se: Agertofl, P.: Anmeldelse. (H. O. G. Ellinger: Lærebog i Fysik for Mellemskolen.)	3.	—	36
(Ernst, L., Kaptajn.) Se: Meyer, K.: Referat. (Lynafledere efter Netsystemet.)	1.	—	60
(Eyde.) Se: Meyer, K.: Den Birkeland-Eydeske Salpeterfabrikation	4.	—	176
(Fischer, Franz.) Se: Meyer, K.: Farvning af Glas ved ultraviolet Lys	4.	—	27
(Forchhammer, G.) Se: Holst, H.: Anmeldelse. (G. Forchhammer: Om Nødvendigheden af sikre Meddelelsesmidler i Døvstummeundervisningen.... (Afhandling for Doktorgraden).)	2.	—	12
Frantzen. Chr., Lærer: De nyere Forskninger over Elektroner og Ioner. (Gengivelse efter Dr. Gustav Mie.) (E. Voit.)	2.	—	255
Freuchen, P. B., cand. mag.: Billeddannelse ved Lysets Brydning gennem en plan Flade	1.	—	77
— Temperatur	2.	—	238
— Skoleforsøg med et Radiometer	4.	—	181
— Om den elektrolytiske Dissociationsteori	4.	—	197
— Referat. (Om osmotisk Tryk og Fysiologi.) (van't Hoff.)	5.	—	62
— Referat. (Om Stoffets Bestaaen.) (Landolt.)	5.	—	64
— Om Nordlys	5.	—	89
Gnudtzmann, J. E., Arkitekt: Ejendommeligt Snefald	5.	—	151
(Grimsehl, E., Prof.) Se: Salomonsen, S: Skoleforsøg med Glødelamper	3.	—	111

Digitized by Google

Hagemann, G. A., Direktør: Strømningshastighed af Vand gennem snævre Rør ..... 4. Aarg. S. 158
Hald, H. A., Lærer: Maalinger i Børneskolen ..... 1. — - 193
— do. (Forts.) ..... 2. — - 24
— Elementære Forsøg over Faldloven ..... 2. — - 204
Hannover, H. J., Prof.: Nyere Svejsemetoder. (Foredrag.) 2. — - 105
Harding, M. C., Inspektør v. polyt. Læreanstalt: H. C. Ørsteds Virksomhed for Udbredelse af Naturkundskab....(Foredrag.) ..... 2. — - 145
— Udvinding af Luftens Kvælstof. (Foredrag.) ..... 3. — - 234
Hasselberg, B., Prof., Stockholm: En ny spectroheliografisk metod. (Föredrag.) ..... 3. — - 1
Heiberg, M. Se: Bose, M.
(Heusler.) Se: Sørensen, N.: Mærkelige Legeringer..... 4. — - 85
(Hjuler, A.) Se: Jantzen, I.: Anmeldelse. (Measurements of the electric tension of the air, by A. Hjuler.).... 2. — - 124
(van't Hoff, J. H.) Se: Bjerrum, N.: J. H. van't Hoff. 1. — - 70
— do. (Forts.) ..... 1. — - 104
— Se: Freuchen, P. B.: Referat. (Om osmotisk Tryk og Fysiologi.) ..... 5. — - 62
Holm, Erik, cand. math.: Lidt om Katers Pendulforsøg.. 3. — - 215
Holst, Helge, cand. mag.: Anmeldelse. (En dansk Kemikers Indtryk i Paris 1818—19. Et Udtog af Zeises Dagbøger ved S. M. Jørgensen.) ..... 1. — - 197
— Anmeldelse. (G. Forchhammer: Om Nødvendigheden af sikre Meddelelsesmidler i Døvstummeundervisningen....(Afhandling for Doktorgraden).) ..... 2. — - 12
— Anmeldelse. (D. Isaachsen, Docent ved Søkrigsskolen: Lærebog i Fysik for Realgymnasiet og tekniske Skoler.) 2. — - 196
— Thomas Rasmussen Valgensten som Opfinder af Tryllelygten ..... 3. — - 56
— Om Straaletrykkets Betydning i Solsystemet. (Væsentlig efter et Foredrag af J. H. Poynting.) ..... 3. — - 129
— Referat. (Ultramikroskopiske Undersøgelser. Siedentopf og Zsigmondy.) ..... 3. — - 209
— Arrhenius' astrofysiske Teorier ..... 4. — - 1
(Holst, Helge.) Se: Meyer, K.: Anmeldelse. (Menneskeaandens Sejre. Opfindelsernes Historie i Omrids. Af Poul la Cour og Helge Holst.) ..... 3. — - 127
— Se: Meyer, K.: Anmeldelse. (Elektriciteten. Populært fremstillet af Helge Holst.).. ..... 4. — - 180
(Hulett, George A.) Se: Meyer, K.: Negativt Tryk i Vædsker..... 1. — - 188
(Isaachsen, D., Docent v. Søkrigsskolen.) Se: Holst, H.: Anmeldelse. (D. Isaachsen: Lærebog i Fysik for Realgymnasiet og tekniske Skoler.)..... 2. — - 196

Digitized by Google

Jacobsen, J. P., cand. mag.: Anmeldelse. (K. Prytz: Hovedtrækkene af de vigtigste fysiske Maalemetoder.) 1. Aarg. S. 120
— Internationale Havundersøgelser ..... 2. — · 190
— Fysiske Øvelser for Skolediscipleⁱ ..... 3. — · 78
— Referat. (Ueber die Erdalkaliphosphore. Von P. Lenard und v. Klatt.) ..... 3. — · 148
— Anmeldelse. (August Krogh: On the Tension of Carbonic Acid in Natural Waters and especially in the Sea — og
The Abnormal CO_2-Percentage in the Air in Greenland and the General Relations between Atmospheric and Oceanic Carbonic Acid.) ..... 3. — · 156
— Anmeldelse. (Otto Weissner: Die meteorologischen Elemente und ihre Beobachtung mit Ausblicken auf Witterungskunde und Klimalehre.) ..... 5. — · 116
— Telegrafering af Billeder. (Korn.) ..... 5. — · 125
Jantzen, Ivar, cand. polyt., Ingeniør: Anmeldelse. (The second danish Pamir Expedition. Measurements of the electric tension of the air, by A. Hjuler.) ..... 2. — · 124
— Lidt om Dr. Mygges „luftelektriske Maalinger“ ..... 2. — · 231
— Om Kontrol med elektriske Strømme i Luften. Svar til Hr. Dr. med. J. Mygge ..... 3. — · 60
(Jantzen, I.) Se: Mygge, J.: Om Kontrol med elektriske Strømme i Luften. (Gensvar til Hr. Jantzen.) ..... 3. — · 26
— Se: Mygge, J.: Kontrol med elektriske Strømme i Luften. Svar til Hr. Ing. I. Jantzen og Hr. Dir. A. Paulsen ..... 3. — · 99
Jensen, Chr., cand. phil.: Nogle Forsøg over Smeltepunkter ved forskelligt Tryk — og de moderne Vulkanhypoteser. (G. Tammann, Johnsen, A. Stübel.) ..... 4. — · 233
— Om Forholdet mellem Materie, Energi og Æter. (Zenghli.) ..... 5. — · 226
Jepsen, H., Realskolelærer: Nogle Forsøg over Maalinger af elektr. Strømstyrke ved den første Undervisning i Fysik ..... 3. — · 253
— Undervisningsinspektionens Forslag til Anordning om Undervisning i Naturlære i Realklassen ..... 4. — · 266
— Fysikundervisning i Realklassen. (Indledningsforedrag til Diskussion. Fysiklærermødet i Sorø Juli 1906.) ..... 5. — · 33
Johansen, E. S., stud. mag.: Et Apparat til Bestemmelse af Luftens Indhold af Ioner. (Ebert.) ..... 2. — · 75
(Johnsen.) Se: Jensen, Chr.: Nogle Forsøg over Smeltepunkter ved forskelligt Tryk — og de moderne Vulkanhypoteser ..... 4. — · 233

Digitized by Google

Jørgensen, S. M., Prof.: En Berigtigelse til Anmeldelsen af „Kemiens Grundbegreber" i Fysisk Tidsskrifts 5. Hefte S. 150 ..... 1. Aarg. S. 191
(Jørgensen, S. M.) Se: Winther, C.: Anmeldelse. Kemiens Grundbegreber....Af S. M. Jørgensen.)..... 1. — . 150
— Se: Holst, H.: Anmeldelse. (En dansk Kemikers Indtryk i Paris 1818—19. Et Udtog af Zeises Dagbøger ved S. M. Jørgensen.)..... 1. — . 197
Kjærulff, A., Højskolelærer: Undervisning i Naturkundskab i Tyskland og Schweiz..... 4. — . 87
(v. Klatt.) Se: Jacobsen, J. P.: Referat. (Ueber die Erdalkaliphosphore. Von P. Lenard und v. Klatt.) .... 3. — . 148
Knudsen, Martin, Docent: Referat. (Elektrisk Strøm gennem Luften.) (A. Wehnelt.)..... 3. — . 145
— Om Natriumdamps optiske Forhold. (R. W. Wood.) 4. — . 201
— Om Spektralundersøgelse. (Foredrag, holdt ved Fysiklærermødet i Sorø i Juli 1906.)..... 5. — . 20
(Knudsen, Martin.) Se: Bjerrum, N.: Referat. (Doc. M. Knudsen: De internationale Havundersøgelser. Foredrag.) ..... 2. — . 22
— Se: Prytz, K.: Anmeldelse. (M. Knudsen: Lærebog i Fysik for Medicinere. Lyslære.) ..... 2. — . 60
— Se: Agertoft, P.: Anmeldelse. (M. Knudsen: Lærebog i Fysik for Medicinere. Elektricitetslære. Mekanisk Fysik og Varmelære.)..... 3. — . 34
Kofoed, Emil, Prof., Dr. phil.: Anmeldelse. (Rasmussen og Simonsen: Lille Kemi.)..... 1. — . 58
— Rasmussen og Simonsen: Lille Kemi. Et Gensvar til Hr. stud. mag. Kristen Simonsen ..... 1. — . 126
(Kofoed, E.) Se: Simonsen, Kr.: Kemiundervisning i Børneskolen. Et Svar til Hr. Prof. E. Kofoed ..... 1. — . 88
— Se: Simonsen, Kr.: Kemiundervisning i Børneskolen 1. — . 163
(Korda.) Se: Sørensen, N.: Et magneto-thermisk Fænomen 4. — . 28
(Korn, Prof.) Se: Jacobsen, J. P.: Telegrafering af Billeder 5. — . 125
(Krogh, August.) Se: Jacobsen, J. P.: Anmeldelse. (A. Krogh: On the Tension of Carbonic Acid in Natural Waters and especially in the Sea — og
The Abnormal CO_2-Percentage in the Air in Greenland and the General Relations between Atmospheric and Oceanic Carbonic Acid)..... 3. — . 156
La Cour. Se: Cour.
Landolt. Se: Freuchen, P. B.: Referat. (Om Stoffets Bestaaen.) ..... 5. — . 64
(Langley, S. P) Se: la Cour, D.: Referat. (S. P. Langley: Om Variationer i Solkonstanten og disses eventuelle Indflydelse paa Temperaturen paa Jorden.) ..... 3. — . 53

Digitized by Google

Larsen, Absalon, Prof.: Telegrafering uden Traad. (Marconi.) ... 1. Aarg. S. 6
— Om Anvendelse af Resonans ved traadløs Telegrafering. (M. Wien.) ... 1. — - 51
— Nernstglødelampen ... 1. — - 65
— Anmeldelse. (Poul la Cour: Forsøgsmøllen III og IV.) 2. — - 8
— Lidt om de tyske Forsøg med elektriske Hurtigtog 2. — - 85
— Anmeldelse. (Tidsskrift for Vindelektricitet, udg. af P. la Cour.) ... 2. — - 270
— Anmeldelse. (J. B. Bruun: Elektriske Anlæg til Stærkstrøm.) ... 2. — - 271
— Anmeldelse. („Vejledning til Forstaaelse af Telegrafen og Telefonen samt Stræknings- og Sporskiftesikringsanlægene" af C. E. Walsøe.) ... 2. — - 277
— Anmeldelse. (Elektriske Maalemetoder. Af Arnold Christensen.) ... 2. — - 278
— Om Vekselstrøms Anvendelse til Lys og Kraft. (Foredrag.) ... 3. — - 89
— Anmeldelse. (Radium og radioaktive Stoffer samt nyere Opdagelser angaaende Straaler. Af K. Meyer.) 3. — - 125
— Smaa Elektricitetsværker. Vindelektricitetsværker .. 4. — - 160
— Anmeldelse. (H. Starke: Experimentelle Elektricitätslehre.) ... 4. — - 243
— Oscillografen og dens Anvendelse. (Foredrag.) ... 5. — - 96
— Om Grundprincipperne i den traadløse Telegrafi. (Foredrag.) ... 5. — - 171
(Larsen, Abs.) Se: Walsøe, C. E.: „Lidt om de tyske Forsøg med elektriske Hurtigtog" ... 2. — - 202
Lauritsen, L. P., Lærer: Et fysisk Skoleforsøg ... 2. — - 206
— Nogle Forsøg med Glødelampen ... 3. — - 48
— En pædagogisk Anvendelse af röntgenske Billeder .. 3. — - 50
— Ligevægtslæren i det elementære Kursus ... 3. — - 160
— Skraaplanet i Fysikundervisningen ... 3. — - 163
— Aræometret ... 3. — - 165
— Lyslæren i Mellemskolen ... 4. — - 220
— Den syngende Telefon. (Ad. Lomholt.) ... 4. — - 242
(Lehmann, Alfr.) Se: Pedersen, R. H.: Anmeldelse. (Alfr. Lehmann: Lehrbuch der psychologischen Metodik.). 5. — - 114
(Lenard, P.) Se: Trolle, B.: Om den elektriske Lysbue og Metallernes Spektra ... 2. — - 5
— Se: Jacobsen, J. P.: Referat. (Ueber die Erdalkaliphosphore. Von P. Lenard und v. Klatt.) ... 3. — - 148
— Se: Christiansen, C.: Nobelprisen i Fysik for 1905 4. — - 101
(Lockyer, Normann.) Se: Paulsen, Adam: Referat. (Magnetiske Perturbationer og Solfakler.) ... 2. — - 53
Lomholt, Adolf, Adjunkt: En syngende Telefon ... 4. — - 179

Digitized by Google

(Lomholt, A.) Se: Lauritsen, L. P.: Den syngende Telefon ..... 4. Aarg. S. 242
(Majorano.) Se: Sørensen, N.: Ny magneto-optiske Fænomener ..... 4. — . 28
(Marconi.) Se: Larsen, Abs.: Telegrafering uden Traad. 1. — . 6
— Se: Meyer, K.: Referat. (Marconis ny Modtager af elektriske Bølger, anvendt v. traadløs Telegrafering.) 1. — . 152
(Marx, Erich.) Se: Meyer, K.: Röntgenstraaler og Bestemmelse af deres Hastighed ..... 4. — . 79
Matthiessen, F. C., Overlærer: Fysik og Kemi i Gymnasiet ..... 3. — . 122
— Anmeldelse. (F. Barmwater: Lærebog i Varme. 2. Udg.) ..... 4. — . 244
— Fysikundervisning i Gymnasiets sproglige Retninger. (Indledningsforedrag til Diskussion. Fysiklærermødet i Sorø, Juli 1906.) ..... 5. — . 29
(Matthiessen, F. C.) Se: Sundorph, Th.: Praktiske Øvelser i Gymnasiet ..... 3. — . 166
Meyer, Kirstine, f. Bjerrum, mag. scient.: Referat. (Lynafledere efter Netsystemet. Kapt. L. Ernst.) ..... 1. — . 60
— Referat. (Fotografiske Kort over Himlen. The Astrografic Chart. Prof. H. H. Turner.) ..... 1. — . 62
— Referat. (Brints Fortætning ved fri Udvidelse.) (K. Olszewski.) ..... 1. — . 63
— Et Par Bemærkninger i Anledning af den nye Skolelov 1. — . 95
— Referat. (Marconis ny Modtager af elektriske Bølger, anvendt ved traadløs Telegrafering.) ..... 1. — . 152
— Negativt Tryk i Vædsker. (G. A. Hulett.) ..... 1. — . 188
— Anmeldelse. (A. Weis: Lyset, Lyden og de vigtigste Vejrforhold.) ..... 1. — . 195
— Fysikundervisning i Mellemskolen ..... 1. — . 198
— Foredragsreferat. (Prof. C. Christiansen: Om Elektricitetens Oprindelse.) ..... 1. — . 201
— Referat. (En ny Slags Straaler, der kan gaa igennem Metaller, Træ m. m. Af R. Blondlot.) ..... 2. — . 6
— Fortætning af Luftarter, lav Temperatur. (C. Dewar.) 2. — . 19
— Radium ..... 2. — . 55
— Radium ..... 2. — . 130
— N-Straaler ..... 2. — . 133
— Radioaktive Stoffer ..... 2. — . 199
— Spinthariskop ..... 2. — . 201
— En Anordning og et Cirkulære ..... 2. — . 202
— N-Straaler ..... 2. — . 269
— Anmeldelse. (C. Christiansen: Lærebog i Fysik til Brug v. d. polyt. Læreanstalt. 2. Udg.) ..... 2. — . 273

Digitized by Google

Meyer, Kirstine: Anmeldelse. (C. Christiansen: H. C. Ørsted som Naturfilosof.) ... 2. Aarg. S. 274
— Anmeldelse. (Chr. Winther: Radium og andre radioaktive Stoffer.) ... 2. — . 274
— Anmeldelse. (Julius Petersen: Kemi for Skolekøkkenafdelingen paa Statens Lærerhøjskole.) ... 2. — . 274
— Referat. Om γ-Straalerne fra Radium. (F. Paschen.) 3. — . 86
— Radium og N-Straaler ... 3. — . 104
— Anmeldelse. (Menneskeaandens Sejre. Opfindelsernes Historie i Omrids. Af Poul la Cour og Helge Holst.) 3. — . 127
— Referat. (Forandringer paa Maanens Overflade.) (Pickering.) ... 3. — . 150
— Jupiters 6te Maane, Saturns 9de Maane ... 3. — . 155
— Praktisk Læreruddannelse — et lille Reformforslag . 3. — . 216
— Fysik i 1ste Mellemskoleklasse ... 3. — . 217
— Skolelaboratorier — hjemme og ude ... 3. — . 254
— Farvning af Glas ved ultraviolet Lys. (F. Fischer, W. Crookes.) ... 4. — . 27
— Radium ... 4. — . 27
— Undervisning i Naturlære i engelske Skoler ... 4. — . 30
— Röntgenstraaler og Bestemmelse af deres Hastighed. (E. Marx.) ... 4. — . 79
— Et elektrisk Mikrometer. (P. E. Shaw.) ... 4. — . 82
— Udsvinget af en Telefonplade for den svagest hørlige Lyd. (P. E. Shaw.) ... 4. — . 84
— Den Birkeland-Eydeske Salpeterfabrikation. (Eyde.) (Foredragsreferat.) ... 4. — . 176
— N-Straaler ... 4. — . 179
— Anmeldelse. (Elektriciteten. Populært fremstillet af Helge Holst.) ... 4. — . 180
— Nyere Undersøgelser angaaende Radium ... 4. — . 237
— Hvad et Termometer har været brugt til ... 5 — . 1
— Radium ... 5. — . 66
— Fysik i Mellemskolen; Børns egne Forsøg ... 5. — . 198
(Meyer, K.) Se: Larsen, Abs.: Anmeldelse. (Radium og radioaktive Stoffer samt nyere Opdagelser angaaende Straaler. Af K. Meyer.) ... 3. — . 125
(Mie, Gustav, Prof.) Se: Frantzen, Chr.: De nyere Forskninger over Elektroner og Ioner ... 2. — . 255
Mygge, J., Dr. med.: Om Kontrol med elektriske Strømme i Luften. (Gensvar til Hr. Ing. I. Jantzen.) ... 3. — . 26
— Kontrol med elektriske Strømme i Luften. Svar til Hr. Ing. Jantzen og Hr. Dir. A. Paulsen ... 3. — . 99
— Kontrol med elektriske Strømme i Luften. Afsluttende Svar til Hr. Dir. A. Paulsen ... 3. — . 204

Digitized by Google

(Mygge, J., Dr. med.) Se: Jantzen, I.: Lidt om Dr. Mygges „luftelektriske Maalinger“ ..... 2. Aarg. S. 231
— Se: Jantzen, I.: Om Kontrol med elektriske Strømme i Luften. Svar til Hr. Dr. med. J. Mygge ..... 3. — - 60
— Se: Paulsen, Adam: Dr. Mygges „Kontrol med elektriske Strømme i Luften“ ..... 3. — - 63
— Se: Paulsen, Adam: Slutningsbemærkninger til Dr. Mygges „Kontrol med elektriske Strømme i Luften“ 3. — - 134
— Se: Paulsen, Adam: Dr. Mygges Beskyldning imod mig for at forvanske Citater ..... 3. — - 246
(Nernst.) Se: Larsen, Abs.: Nernstglødelampen ..... 1. — - 65
Nielsen, H. C., Fuldmægtig v. Mønten, cand. polyt.: Guld og Sølv. Probering og Affinering. (Foredrag.) .... 5. — - 130
(Olszewski, K.) Se: Meyer, K.: Referat. (Brints Fortætning ved fri Udvidelse.) ..... 1. — - 63
(Paschen, F.) Se: Meyer, K.: Om γ-Straalerne fra Radium ..... 3. — - 86
Paulsen, Adam, Direktør f. met. Inst.: Dr. J. H. Steenstrups [ɔ: K. J. V. Steenstrups] Lysmængdemaaler... 1. — - 83
— Dynamiske Temperaturforandringer i Atmosfæren og deres Indflydelse paa Vejrliget ..... 1. — - 97
— do. (Forts.) ..... 1. — - 137
— Om Maaling af Dagslyset ved fotografiske Metoder. Et Gensvar til Prof. Prytz ..... 1. — - 158
— Rettelser hertil ..... 1. — - 169
— Dynamiske Temperaturforandringer i Atmosfæren og deres Indflydelse paa Vejrliget. (Forts.) ..... 1. — - 178
— Afsluttende Bemærkninger til Prof. Prytz angaaende Maalinger af Dagslyset ad fotografisk Vej ..... 2. — - 30
— Referat. (Magnetiske Perturbationer og Solfakler.) (N. Lockyer.) ..... 2. — - 53
— Den jordmagnetiske Perturbation af 31. Oktober 1903 2. — - 54
— Bemærkninger til Prof. Prytz's Artikel om „Sammenlignende Iagttagelser over Dagslysets Sammensætning“ ..... 2. — - 134
— Svar til Hr. Prof. Prytz ..... 2. — - 236
— Dr. Mygges „Kontrol med elektriske Strømme i Luften“ 3. — - 63
— Rettelse hertil ..... 3. — - 128
— Slutningsbemærkninger til Dr. Mygges „Kontrol med elektriske Strømme i Luften“ ..... 3. — - 134
— Det fransk-skandinaviske aeronautiske Observatorium ved Hald (1902—1903) samt nogle Resultater af Undersøgelserne af de højere Luftlags meteorologiske Forhold ..... 3. — - 194
— Dr. Mygges Beskyldning imod mig for at forvanske Citater ..... 3. — - 246

Digitized by Google

(Paulsen, Adam.) Se: Prytz, K.: Om Anvendeligheden af den fotografiske Virkning til Maaling af Lysmængder 1. Aarg. S. 123
— Se: Prytz, K.: Hvad kan der naas ved Undersøgelse ad fotografisk Vej af Dagslyset? Afsluttende Bemærkninger til Dir. Paulsen ..... 1. — . 186
— Se: Prytz, K.: Svar paa Dir. Paulsens „Bemærkninger“. ..... 2. — . 195
— Se: Mygge, J.: Kontrol med elektriske Strømme i Luften. Svar til Hr. Ing. I. Jantzen og Hr. Dir. A. Paulsen..... 3. — . 99
— Se: Mygge, J.: Kontrol med elektriske Strømme i Luften. Afsluttende Svar til Hr. Dir. A. Paulsen .. 3. — . 204
— Se: la Cour, D.: A. F. W. Paulsen, f. 2. Jan. 1833, d. 11. Jan. 1907..... 5. — . 85
Pechüle, C. F., Observator: Afstandene i Rummet. (Foredragsreferat.)..... 1. — . 211
— Om foranderlige Stjerner. (Foredrag.)..... 2. — . 168
— Astronomiske Begivenheder i 1905..... 4. — . 127
— do. (Forts.)..... 4. — . 170
— Astronomiske Begivenheder i 1906..... 5. — . 110
Pedersen, R. H., mag. scient.: Anmeldelse. (A. Lehmann: Lehrbuch der psychologischen Metodik.)..... 5. — . 114
Petersen, Emil, Prof.: Om Skoleundervisning i Kemi .. 1. — . 125
— Om Tegnsprog og Nomenklatur ved Skoleundervisningen i Kemi..... 5. — . 108
(Petersen, E.) Se: Simonsen, Kr.: Kemiundervisning i Børneskolen..... 1. — . 163
(Petersen, Julius, Dr. phil.) Se: Meyer, K.: Anmeldelse. (J. Petersen: Kemi for Skolekøkkenafdelingen paa Statens Lærerhøjskole)..... 2. — . 274
— Se: Wesche, E.: Anmeldelse. (J. Petersen: Kemi for Mellemskolen.)..... 4. — . 37
(Pfeiffer, E.) Se: Barmwater, F.: Anmeldelse. (E. Pfeiffer: Physikalisches Praktikum für Anfänger.)..... 2. — . 276
(v. Pickardt, E.) Se: Winther, C.: Referat. (Krystallisationshastigheden i underafkølede smeltede Stoffer.) 1. — . 153
(Pickering.) Se: Meyer, K.: Referat. (Forandringer paa Maanens Overflade.)..... 3. — . 150
Poulsen, V., Ingeniør: Telegrafonen. (Foredrag.)..... 2. — . 33
— En Metode til Fremstilling af kontinuerlige elektriske Bølger og disses Anvendelse til traadløs Telegrafi. (Foredrag.)..... 5. — . 37
(Poynting, J. H.) Se: Holst, H.: Om Straaletrykkets Betydning i Solsystemet..... 3. — . 129
(Pringsheim.) Se: Bjerrum, N.: Udstraalingslovene og deres Anvendelse til Maaling af høje Temperaturer. 2. — . 15

Digitized by Google

Prytz, K., Prof.: Forsøg med Dr. K. J. V. Steenstrups Lysmængdemaaler ..... 1. Aarg. S. 47
— Om Anvendeligheden af den fotografiske Virkning til Maaling af Lysmængder..... 1. — . 123
— Hvad kan der naas ved Undersøgelse ad fotografisk Vej af Dagslyset? Afsluttende Bemærkninger til Direktør Paulsen ..... 1. — . 186
— Anmeldelse. (Martin Knudsen: Lærebog i Fysik for Medicinere. Lyslære.) ..... 2. — . 60
— Sammenlignende Iagttagelser over Dagslysets Sammensætning .... 2. — . 79
— Maaling af Temperaturer, særlig de meget høje og de meget lave. (Foredrag.)..... 2. — . 177
— Svar paa Direktør Paulsens „Bemærkninger“..... 2. — . 195
— Forskellige Anvendelser af porøse Legemer som Gennemgangsled for Luftarter. Porøs Kontakt..... 4. — . 53
— De radioaktive Stoffers Egenskaber. (To Foredrag.) 4. — . 144
(Prytz, K.) Se: Paulsen, Adam: Dr. J. H. Steenstrups [ɔ: K. J. V. Steenstrups] Lysmængdemaaler..... 1. — . 83
— Se: Jacobsen, J. P.: Anmeldelse. (K. Prytz: Hovedtrækkene af de vigtigste fysiske Maalemetoder.).... 1. — . 120
— Se: Paulsen, Adam: Om Maaling af Dagslyset ved fotografiske Metoder. Et Gensvar til Prof. Prytz... 1. — . 158
— Se: Paulsen, Adam: Afsluttende Bemærkninger til Prof. Prytz angaaende Maalinger af Dagslyset ad fotografisk Vej ..... 2. — . 30
— Se: Bjerrum, N.: Referat. (Prof. K. Prytz's nye Slangepumpe.)..... 2. — . 128
— Se: Bjerrum, N.: Referat. (En Fremgangsmaade til Fremstilling af større Mængder af Argon. Af K. Prytz.)..... 2. — . 130
— Se: Paulsen, Adam: Bemærkninger til Prof. Prytz's Artikel om „Sammenlignende Iagttagelser over Dagslysets Sammensætning“ ..... 2. — . 134
— Se: Paulsen, Adam: Svar til Hr. Prof. Prytz..... 2. — . 236
— Se: la Cour, D.: Referat. (Prof. K. Prytz: Optisk Kontakt mellem et Mikroskop og en spejlende Flade.) 3. — . 249
Rasmussen, Hans, cand. mag.: Ensartet Nomenklatur i Kemien. Forslag til Overvejelse .... 1. — . 116
— Rettelse hertil..... ..... 1. — . 168
— Den kemiske Nomenklatur ved Skoleundervisningen 5. — . 73
(Rasmussen, H.) Se: Kofoed, E.: Anmeldelse. (Rasmussen og Simonsen: Lille Kemi.)..... 1. — . 58
— Se: Kofoed, E.: Rasmussen og Simonsen: Lille Kemi. Et Gensvar til Hr. K. Simonsen ..... 1. — . 126

Digitized by Google

(Rasmussen, H.) Se: Wesche, E.: Anmeldelse. (Rasmussen og Simonsen: Uorganisk Kemi for Mellemskolen.) ..... 4. Aarg. S. 45
— Se: Wesche, E.: Anmeldelse. (Hans Rasmussen: Lille Kemisamling. 100 Forsøg.) ..... 4. — . 47
— Se: Petersen, E.: Om Tegnsprog og Nomenklatur ved Skoleundervisningen i Kemi ..... 5. — . 108
(Riecke, E.) Se: Salomonsen, S.: Anmeldelse. (E. Riecke: Beiträge zur Frage des Unterrichts in Physik und Astronomie an den höheren Schulen..... 4. — . 246
Ryd, V. H., mag. scient.: Om Ligevægtstilstande i Atmosfæren..... 5. — . 189
(Röntgen.) Se: Meyer, K.: Röntgenstraaler og Bestemmelse af deres Hastighed. (E. Marx.)..... 4. — . 79
Salomonsen, Sally, cand. phil.: Anmeldelse. (Th. Sundorph: Lærebog i Fysik for Mellemskolen. I.) ..... 2. — . 275
— Skoleforsøg med Glødelamper. (E. Grimsehl.)..... 3. — . 111
— Anmeldelse. (A. Weis: Naturlære for Mellemskolen.) 3. — . 212
— Anmeldelse. (Th. Sundorph: Fysik for Mellemskolen. II.) ..... 3. — . 252
— Anmeldelse. (E. Riecke: Beiträge zur Frage des Unterrichts in Physik und Astronomie an den höheren Schulen.) ..... 4. — . 246
— Fysiklærermødet i Sorø i Juli 1906. (Diskussionsreferater.) ..... 5. — . 11
(Salomonsen, S.) Se: Jepsen, H.: Nogle Forsøg over Maalinger af elektr. Strømstyrke ved den første Undervisning i Fysik..... 3. — . 253
Sebelien, John, Laboratoriebestyrer i Aas, Norge: Om Solskinsautografer ..... 3. — . 13
(Shaw, P. E.) Se: Meyer, K: Et elektrisk Mikrometer. 4. — . 82
— Se: Meyer, K.: Udsvinget af en Telefonplade for den svagest hørlige Lyd..... 4. — . 84
(Siedentopf.) Se: Holst, H.: Referat. (Ultramikroskopiske Undersøgelser.) ..... 3. — . 209
Simonsen, Kristen, stud. mag.: Kemiundervisning i Børneskolen. Et Svar til Hr. Prof. E. Kofoed ..... 1. — . 88
— Kemiundervisning i Børneskolen ..... 1. — . 163
(Simonsen, Kr.) Se: Kofoed, E.: Anmeldelse. (Rasmussen og Simonsen: Lille Kemi.)..... 1. — . 58
— Se: Petersen, E.: Om Skoleundervisning i Kemi .. 1. — . 125
— Se: Kofoed, E.: Rasmussen og Simonsen: Lille Kemi. Et Gensvar til Hr. Kr. Simonsen..... 1. — . 126
— Se: Wesche, E.: Anmeldelse. (Rasmussen og Simonsen: Uorganisk Kemi for Mellemskolen.)..... 4. — . 45

Digitized by Google

Sparre, K. E., Adjunkt i Frederiksstad: Om galvaniske Elementers Kobling ..... 5. Aarg. S. 53
Stage, Alf, cand. polyt.: Tændstikker ..... 4. — · 225
(Stark.) Se: Sundorph, Th.: Buelampen og Elektronteorien ..... 4. — · 117
(Starke, H.) Se: Larsen, Abs.: Anmeldelse. (H. Starke: Experimentelle Elektrizitätslehre.) ..... 4. — · 243
Steenberg, N., Prof.: Træforkulning ..... 1. — · 21
— Om Fremstillingen af Tørv og dens Anvendelse. (Foredrag.) ..... 2. — · 187
— De vigtigste Forandringer, som Anvendelsen af Elektriciteten har frembragt i den kemiske Industri. (Foredrag.) ..... 3. — · 225
Steenstrup, K. J. V., Dr. phil.: Om Bestemmelse af Lysstyrken og Lysmængden ..... 1. — · 39
— De daglige Lysmængder i et Aar, bestemte ved deres Sværtning af et Klorsølvpapir ..... 3. — · 71
(Steenstrup, K. J. V.) Se: Prytz, K.: Forsøg med Dr. K. J. V. Steenstrups Lysmængdemaaler. ..... 1. — · 47
— Se: Paulsen, Adam: Dr. J. H. Steenstrups [o: K. J. V. Steenstrups] Lysmængdemaaler ..... 1. — · 83
(Stübel, A.) Se: Jensen, Chr.: Nogle Forsøg over Smeltepunkter ved forskelligt Tryk — og de moderne Vulkanhypoteser ..... 4. — · 233
Sundorph, Th., Adjunkt: Teorien om Elektroner og Ioner 1. — · 169
— do. (Forts.) ..... 2. — · 1
— Om Undervisning i Naturlære ..... 2. — · 27
— Telefonering uden Traad ..... 2. — · 49
— Fysik og Kemi i Gymnasiet ..... 3. — · 76
— Meteorologisk Institut. Aftenvejrberetning ..... 3. — · 128
— Praktiske Øvelser i Gymnasiet ..... 3. — · 166
— Om Forslagene til Læseplaner for Naturlære i Gymnasiet ..... 4. — · 98
— Buelampen og Elektronteorien. (Stark.) ..... 4. — · 117
— Øvelser paa Gymnasiets mat.-naturv. Linje ..... 5. — · 36
(Sundorph, Th.) Se: Salomonsen, Sally: Anmeldelse. (Th. Sundorph: Lærebog i Fysik for Mellemskolen. I.) 2. — · 275
— Se: Barmwater, F.: Fysik og Kemi i Gymnasiet. Nogle Bemærkninger i Anl. af Adj. Sundorphs Artikel om samme Emne ..... 3. — · 115
— Se: Matthiesen, F. C.: Fysik og Kemi i Gymnasiet 3. — · 122
— Se: Salomonsen, S.: Anmeldelse. (Th. Sundorph: Fysik for Mellemskolen. II.) ..... 3. — · 252
— Se: Wesche, E.: Anmeldelse. (Th. Sundorph: Kemi for Mellemskolen.) ..... 4. — · 48

Digitized by Google

Sørensen, N., cand. mag.: Oversigt over de magneto-elastiske Forhold ..... 4. Aarg. S. 15
— Rettelse til S. 25, L. 3 f. o..... 4. — . 100
— Et magneto-thermisk Fænomen. (Korda.)..... 4. — . 28
— Ny magneto-optiske Fænomener. (Majorano.)..... 4. — . 28
— Mærkelige Legeringer. (Heusler.)..... 4. — . 85
— En elementær Teori for de magneto-elastiske Fænomener ..... 4. — . 122
— Forsøg med irreversible Nikkellegeringer..... 4. — . 240
— Oversigt over de galvanomagnetiske og de thermomagnetiske Fænomener ..... 5. — . 143
(Sørensen, S. P. L., Dr. phil.) Se: Wølck, A.: Referat. (Foredrag om Fordøjelses- og Gæringsfermenter. Nyere Undersøgelser og Anskuelser.)..... 2. — . 163
(Tammann, G.) Se: Brønsted, J. N.: Om Muligheden for et kritisk Punkt: Fast-flydende..... 3. — . 242
— Se: Jensen, C.: Nogle Forsøg over Smeltepunkter ved forskelligt Tryk — og de moderne Vulkanhypoteser ..... 4. — . 233
(Thomsen, Julius.) Se: Christensen, O. T.: Julius Thomsen. $^{16}/_{2}$ 1826—$^{16}/_{2}$ 1906..... 4. — . 137
Thomsen, Samuel, cand. mag.: Luftspejling i København ..... 3. — . 214
(Thomson, J. J.) Se: Christiansen, C.: J. J. Thomson. 5. — . 87
Thorkelsson, Thorkell, cand mag.: Nyere Undersøgelser over Radioaktivitet..... 5. — . 235
Trolle, Birgit, mag. scient.: Referat. (Om den elektriske Lysbue og Metallernes Spektra. Af P. Lenard.)..... 2. — . 5
— Uran-Radiumrækken ..... 4. — . 72
(Tumlirz.) Se: Barmwater, F.: Kirchhoffs Lov..... 2. — . 91
(Turner, H. H., Prof.) Se: Meyer, K.: Referat. (Fotografiske Kort over Himlen. The Astrografic Chart.). 1. — . 62
Ussing, N. V., Prof.: Om Lyset og Krystallerne. (Foredragsreferat.)..... 2. — . 160
(Valgensten, Thomas Rasmussen.) Se: Holst, H.: Thomas Rasmussen Valgensten som Opfinder af Tryllelygten..... 3. — . 56
Walsøe, C. E., Ingeniør: Om Selvinduktionens Betydning for Overføring af elektrokinetisk Energi ..... 1. — . 129
— Om Telefonering gennem Kabler..... 2. — . 92
— „Lidt om de tyske Forsøg med elektriske Hurtigtog“ 2 — . 202
(Walsøe, C. E.) Se: Larsen, Abs.: Anmeldelse. („Vejledning til Forstaaelse af Telegrafen og Telefonen samt Strækning- og Sporskiftesikringsanlægene“ af C. E. Walsøe.)..... 2. — . 277
van't Hoff. Se: Hoff.

Digitized by Google

(Wehnelt, A.) Se: Knudsen, M.: Referat. (Elektrisk Strøm gennem Luften.) ..... 3. Aarg. S. 145
Weis, A., Adjunkt: Kemiundervisning for ældre Børn ... 1. — . 192
(Weis, A.) Se: Meyer, K.: Anmeldelse. (A. Weis: Lyset, Lyden og de vigtigste Vejrforhold.) ..... 1. — . 195
— Se: Salomonsen, S.: Anmeldelse. (A. Weis: Naturlære for Mellemskolen.) ..... 3. — . 212
— Se: Wesche, E.: Anmeldelse. (A. Weis: Uorganisk Kemi for Mellemskolen.) ..... 4. — . 50
(Weissner, Otto.) Se: Jacobsen, J. P.: Anmeldelse. (O. Weissner: Die meteorologischen Elemente und ihre Beobachtung mit Ausblicken auf Witterungskunde und Klimalehre.) ..... 5. — . 116
Wesche, E., cand. polyt.: Anmeldelse. (Jul. Petersen: Kemi for Mellemskolen.) ..... 4. — . 37
— Anmeldelse. (Rasmussen og Simonsen: Uorganisk Kemi for Mellemskolen.) ..... 4. — . 45
— Anmeldelse. (Hans Rasmussen: Lille Kemisamling. 100 Forsøg.) ..... 4. — . 47
— Anmeldelse. (Th. Sundorph: Kemi for Mellemskolen.) 4. — . 48
— Anmeldelse. (A. Weis: Uorganisk Kemi for Mellemskolen.) ..... 4. — . 50
— Den kemiske Nomenklatur i Skoleundervisningen .. 4. — . 206
— Nomenklatur i Kemien ..... 5. — . 35
(Wien, Max.) Se: Larsen, Abs.: Om Anvendelse af Resonans ved traadløs Telegrafering ..... 1. — . 51
Winther, Chr., Dr. phil.: Anmeldelse. (Kemiens Grundbegreber, oplyste ved Eksempler og simple Forsøg. Af S. M. Jørgensen.) ..... 1. — . 150
— Referat. (Krystallisationshastigheden i underafkølede, smeltede Stoffer.) (E. von Pickardt.) ..... 1. — . 153
— Farvede Salte. (Foredragsreferat.) ..... 1. — . 202
— Hastighed og Ligevægt ved kemiske Processer. (Foredrag.) ..... 4. — . 185
(Winther, Chr.) Se: Jørgensen, S. M.: En Berigtigelse til Anmeldelsen af „Kemiens Grundbegreber“ ..... 1. — . 191
— Se: Meyer, K.: Anmeldelse. (Chr. Winther: Radium og andre radioaktive Stoffer.) ..... 2. — . 274
(Voit, Ernst, Prof.) Se: Frantzen, Chr.: De nyere Forskninger over Elektroner og Ioner. (Gengivelse efter ...Sammlung elektrotechnischer Vorträge. Hrsg. von E. Voit.) ..... 2. — . 255
(Wood, R. W.) Se: Knudsen, M.: Om Natriumdamps optiske Forhold ..... 4. — . 201
Wølck, A., mag. scient.: Referat. (Foredrag om Fordøjelses-

Digitized by Google

og Gæringsfermenter. Nyere Undersøgelser og Anskuelser. Af S. P. L. Sørensen.) ..... 2. Aarg. S. 163
Zahrtmann, C. H. D., M. Ing. F.: Saltopløsningers Diffusion ..... 2. — . 243
(Zeise, Prof.) Se: Holst, H.: Anmeldelse. (En dansk Kemikers Indtryk i Paris 1818—19. Et Udtog af Zeises Dagbøger.) ..... 1. — . 197
(Zenghli, Prof.) Se: Jensen, Chr.: Om Forholdet mellem Materie, Energi og Æter ..... 5. — . 226
(Zsigmondy.) Se: Holst, H.: Referat. (Ultramikroskopiske Undersøgelser.) ..... 3. — . 209
(Ørsted, H. C.) Se: Harding, M. C.: H. C. Ørsteds Virksomhed for Udbredelse af Naturkundskab ..... 2. — . 145
— Se: Meyer, K.: Anmeldelse. (C. Christiansen: H. C. Ørsted som Naturfilosof.) ..... 2. — . 274

Digitized by Google

SAGREGISTER

Fysikens Historie.

(Oversigtsartikler, Personalia o. l.)

Før og nu. Af C. Christiansen ..... 1. Aarg. S. 1
Hvad et Termometer har været brugt til. Af K. Meyer... 5. — - 1
Adolf v. Baeyer. Af E. Biilmann..... 4. — - 103
I. H. van't Hoff. Af N. Bjerrum ..... 1. — - 70
do. (Forts.)..... 1. — - 104
Nobelprisen i Fysik for 1905. (Lenard.) Af C. Christiansen 4. — - 101
Adam Frederik Wivet Paulsen, $^{2}/_{1}$ 1833—$^{11}/_{1}$ 1907. Af D. la Cour..... 5. — - 85
Julius Thomsen. $^{16}/_{2}$ 1826—$^{16}/_{2}$ 1906. Af O. T. Christensen 4. — - 137
J. J. Thomson. Af C. Christiansen ..... 5. — - 87
Thomas Rasmussen Valgensten som Opfinder af Tryllelygten. Af H. Holst ..... 3. — - 56
H. C. Ørsteds Virksomhed for Udbredelse af Naturkundskab. Af M. C. Harding ..... 2. — - 145
H. C. Ørsted som Naturfilosof. Af C. Christiansen. Anm. af K. Meyer..... 2. — - 274
En dansk Kemikers Indtryk i Paris 1818—19. Et Udtog af Zeises Dagbøger. Ved S. M. Jørgensen. Anm. af H. Holst..... 1. — - 197

Møder.

Referat fra det tyske Bunsensselskabs Møde i Bonn, Maj 1904. Ved M. Bose ..... 3. Aarg. S. 31
Møde for Fysikere og Fysiklærere i Sorø, Juli 1906. (Indbydelse.)..... 4. — - 271

Digitized by Google

Fysiklærermødet i Sorø i Juli 1906. (Foredrag og Diskussioner.) Ref. af S. Salomonsen ..... 5. Aarg. S. 11
Fysiklærermødet i Sorø. Af N. Christensen ..... 5. — . 83

Mekanisk Fysik.

Om det elektromagnetiske Grundlag for Mekanikken. Af C. Christiansen ..... 5. Aarg. S. 11
Ligevægtslæren i det elementære Kursus. Af L. P. Lauritsen 3. — . 160
Beliggenheden af det fælles Tyngdepunkt for to Metaller af forskellig Vægtfylde, der sammensættes til en given Længde. Af O. Bølck ..... 1. — . 190
Elementære Forsøg over Faldloven. Af H. A. Hald ..... 2. — . 204
Skraaplanet i Fysikundervisningen. Af L. P. Lauritsen ... 3. — . 163
Lidt om Katers Pendulforsøg. Af E. Holm ..... 3. — . 215
Oversigt over de magneto-elastiske Forhold. Af N. Sørensen 4. — . 15
Rettelse hertil ..... 4. — . 100
En elementær Teori for de magneto-elastiske Fænomener. Af N. Sørensen ..... 4. — . 122
Forskellige Anvendelser af porøse Legemer som Gennemgangsled for Luftarter. Porøs Kontakt. Af K. Prytz 4. — . 53
Aræometret. Af L. P. Lauritsen ..... 3. — . 165
Om osmotisk Tryk og Fysiologi. (van't Hoff.) Ref. ved P. B. Freuchen ..... 5. — . 62
Negativt Tryk i Vædsker. (G. A. Hulett.) Ref. ved K. Meyer ..... 1. — . 188
Saltopløsningers Diffusion. Af C. H. D. Zahrtmann ..... 2. — . 243
Strømningshastighed af Vand gennem snævre Rør. Af G. A. Hagemann ..... 4. — . 158
K. Prytz's nye Slangepumpe. (Ref. ved N. Bjerrum.) ..... 2. — . 128
Et elektrisk Mikrometer. (P. E. Shaw.) Ref. ved K. Meyer 4. — . 82
Skoleøvelser i mekanisk Fysik i 5te og 6te m. n. Klasse. Af N. Christensen ..... 4. — . 252
do. (Forts.) ..... 5. — . 80

Varmelære.

Temperatur. Af P. B. Freuchen ..... 2. Aarg. S. 238
Maaling af Temperaturer, særlig de meget høje og de meget lave. Af K. Prytz ..... 2. — . 177
Udstraalingslovene og deres Anvendelse til Maaling af høje Temperaturer. Efter Pringsheim. Ved N. Bjerrum. 2. — . 15
Nyere Svejsemetoder. Af H. I. Hannover ..... 2. — . 105
Nogle Forsøg over Smeltepunkter ved forskelligt Tryk —

Digitized by Google

og de moderne Vulkanhypoteser. (G. Tammann, Johnsen, A. Stübel.) Af C. Jensen ..... 4. Aarg. S. 233
Om Muligheden for et kritisk Punkt: Fast—flydende. (G. Tammann.) Af J. N. Brønsted ..... 3. — . 242
Om Kogepunktsbestemmelse. Af F. Barmwater ..... 1. — . 54
Fortætning af Luftarter, lav Temperatur. (C. Dewar.) Ref. ved K. Meyer ..... 2. — . 19
Brints Fortætning ved fri Udvidelse. (K. Olszewski.) Ref. ved K. Meyer ..... 1. — . 63
Oversigt over de galvanomagnetiske og de thermomagnetiske Fænomener. Af N. Sørensen ..... 5. — . 143
Et magneto-thermisk Fænomen. (Korda.) Ref. ved N. Sørensen 4. — . 28
Nogle simple Skoleforsøg fra Varmelæren. Af F. Barmwater 1. — . 155
Skoleøvelser fra Varmelæren for 5te og 6te m. n. Klasse. Af N. Christensen ..... 4. — . 210
Skoleforsøg med et Radiometer. Af P. B. Freuchen..... 4. — . 181

Elektricitet og Magnetisme.

Om Elektricitetens Oprindelse. Af C. Christiansen. Ref. af K. Meyer ..... 1. Aarg. S. 201
Lidt om det elektriske Potentiale i Atmosfæren. Af D. la Cour ..... 2. — . 121
Lynafledere efter Netsystemet. (L. Ernst.) Ref. ved K. Meyer ..... 1. — . 60
Om galvaniske Elementers Kobling. Af K. E. Sparre .... 5. — . 53
Smaa Elektricitetsværker. Vindelektricitetsværker. Af A. Larsen ..... 4. — . 160
Lidt om Forsøg paa at bygge en ny Akkumulator. Af J. H. Christensen ..... 2. — . 40
Elektricitetsmaalere. Af H. O. G. Ellinger ..... 2. — . 221
Om Vekselstrøms Anvendelse til Lys og Kraft. Af A. Larsen 3. — . 89
Om Selvinduktionens Betydning for Overføring af elektrokinetisk Energi. Af C. E. Walsøe ..... 1. — . 129
Lidt om de tyske Forsøg med elektriske Hurtigtog. Af A. Larsen ..... 2. — . 85
„Lidt om de tyske Forsøg med elektriske Hurtigtog". Af C. E. Walsøe ..... 2. — . 202
Nyere Svejsemetoder. Af H. I. Hannover ..... 2. — . 105
De vigtigste Forandringer, som Anvendelsen af Elektriciteten har frembragt i den kemiske Industri. Af N. Steenberg ..... 3. — . 225
Nernstglødelampen. Af A. Larsen ..... 1. — . 65
Om den elektriske Lysbue og Metallernes Spektra. Af P. Lenard. Ref. ved B. Trolle ..... 2. — . 5

Digitized by Google

Buelampen og Elektronteorien. (Stark.) Ref. ved Th. Sundorph ..... 4. Aarg. S. 117
Om den elektrolytiske Dissociationsteori. Af P. B. Freuchen 4. — . 197
Elektrisk Strøm gennem Luften. Efter A. Wehnelt. Ved M. Knudsen ..... 3. — . 145
Lidt om Dr. Mygges „luftelektriske Maalinger". Af I. Jantzen ..... 2. — . 231
Om Kontrol med elektriske Strømme i Luften. Af J. Mygge 3. — . 26
do. ..... 3. — . 99
do. ..... 3. — . 204
Om Kontrol med elektriske Strømme i Luften. (J. Mygge.) Af I. Jantzen ..... 3. — . 60
Dr. Mygges „Kontrol med elektriske Strømme i Luften". Af A. Paulsen ..... 3. — . 63
Rettelse hertil ..... 3. — . 128
Slutningsbemærkninger til Dr. Mygges „Kontrol med elektriske Strømme i Luften". Af A. Paulsen ..... 3. — . 134
Dr. Mygges Beskyldning imod mig for at forvanske Citater. Af A. Paulsen ..... 3. — . 246
Telegrafering uden Traad. (Marconi.) Af A. Larsen ..... 1. — . 6
Gnisttelegrafen eller Telegrafering uden Traad. Af H. O. G. Ellinger ..... 3. — . 169
Om Grundprincipperne i den traadløse Telegrafi. Af A. Larsen ..... 5. — . 171
En Metode til Fremstilling af kontinuerlige elektriske Bølger og disses Anvendelse til traadløs Telegrafi. Af V. Poulsen ..... 5. — . 37
Oscillografen og dens Anvendelse. Af A. Larsen ..... 5. — . 96
Om Anvendelse af Resonans ved traadløs Telegrafering. (M. Wien.) Ref. ved A. Larsen ..... 1. — . 51
Marconis ny Modtager af elektriske Bølger, anvendt ved traadløs Telegrafering. Ref. ved K. Meyer ..... 1. — . 152
Telefonering uden Traad. Af Th. Sundorph ..... 2. — . 49
Om Telefonering gennem Kabler. Af C. E. Walsøe ..... 2. — . 92
Udsvinget af en Telefonplade for den svagest hørlige Lyd. (P. E. Shaw.) Ref. ved K. Meyer ..... 4. — . 84
Et elektrisk Mikrometer. (P. E. Shaw.) Ref. ved K. Meyer 4. — . 82
En syngende Telefon. Af A. Lomholt ..... 4. — . 179
Den syngende Telefon. Medd. af L. P. Lauritsen ..... 4. — . 242
Telegrafonen. Af V. Poulsen ..... 2. — . 33
Telegrafering af Billeder. (Korn.) Af J. P. Jacobsen ..... 5. — . 125
Om Forklaringen af Wagners Hammer i de fysiske Lærebøger. Af A. Christensen ..... 5. — . 82
Om det elektromagnetiske Grundlag for Mekanikken. Af C. Christiansen ..... 5. — . 11

Digitized by Google

Oversigt over de galvanomagnetiske og de thermomagnetiske Fænomener. Af N. Sørensen ..... 5. Aarg. S. 143
Et magneto-thermisk Fænomen. (Korda.) Ref. ved N. Sørensen ..... 4. — . 28
Ny magneto-optiske Fænomener. (Majorano.) Ref. ved N. Sørensen ..... 4. — . 28
Oversigt over de magneto-elastiske Forhold. Af N. Sørensen 4. — . 15
Rettelse hertil ..... 4. — . 100
En elementær Teori for de magneto-elastiske Fænomener. Af N. Sørensen ..... 4. — . 122
Mærkelige Legeringer. (Heusler.) Ref. ved N. Sørensen .. 4. — . 85
Forsøg med irreversible Nikkellegeringer. Ref. ved N. Sørensen ..... 4. — . 240
Magnetiske Perturbationer og Solfakler. Efter N. Lockyer. Ref. ved A. Paulsen ..... 2. — . 53
Den jordmagnetiske Perturbation af 31. Oktober 1903. Af A. Paulsen ..... 2. — . 54
Nogle Forsøg over Maalinger af elektrisk Strømstyrke ved den første Undervisning i Fysik. Af H. Jepsen ... 3. — . 253
Nogle Forsøg med Glødelampen. Af L. P. Lauritsen ..... 3. — . 48
Skoleforsøg med Glødelamper. (E. Grimsehl.) Ref. ved S. Salomonsen ..... 3. — . 111
Et fysisk Skoleforsøg. Af L. P. Lauritsen ..... 2. — . 206

Elektron- og Ionteori.

Teorien om Elektroner og Ioner. Af Th. Sundorph ..... 1. Aarg. S. 169
do. (Forts.) ..... 2. — . 1
Elektronteorien I. Af C. Christiansen ..... 4. — . 62
do. II ..... 4. — . 107
De nyere Forskninger over Elektroner og Ioner. Efter Dr. G. Mie. Ref. ved C. Frantzen ..... 2. — . 255
Buelampen og Elektronteorien. (Stark.) Ref. ved Th. Sundorph ..... 4. — . 117
Om den elektrolytiske Dissociationsteori. Af P. B. Freuchen 4. — . 197
Om Nordlys. Af P. B. Freuchen ..... 5. — . 89
Et Apparat til Bestemmelse af Luftens Indhold af Ioner. Af E. S. Johansen ..... 2. — . 75

Radioaktivitet.

Om Becquerelstraaler. Af D. la Cour ..... 1. Aarg. S. 209
Om radioaktive Stoffer og deres Straalers Hovedegenskaber. Af D. la Cour ..... 1. — . 29
do. (Forts.) ..... 1. — . 33

Digitized by Google

De radioaktive Stoffers Egenskaber. Af K. Prytz ..... 4. Aarg. S. 144
Radioaktive Stoffer. Af K. Meyer ..... 2. — . 199
Uran-Radiumrækken. Af B. Trolle ..... 4. — . 72
Radium. Af K. Meyer ..... 2. — . 55
do. ..... 2. — . 130
do. ..... 3. — . 104
do. ..... 4. — . 27
do. ..... 5. — . 66
Nyere Undersøgelser angaaende Radium. Ref. ved K. Meyer 4. — . 237
Nyere Undersøgelser over Radioaktivitet. Ved T. Thorkelsson ..... 5. — . 235
Om Radioaktivitet og nogle luftelektriske Forhold. Af. D. la Cour ..... 2. — . 69
Om γ-Straalerne fra Radium. (F. Paschen.) Ref. ved K. Meyer ..... 3. — . 86
γ-Straalernes Varmeevne ..... 3. — . 109
Om den spontane Virkning af radioaktivt Stof paa Gelatine-Medium. Af J. B. Burke. (Overs.) ..... 4. — . 10
Röntgenstraaler og Bestemmelse af deres Hastighed. (E. Marx.) Af K. Meyer ..... 4. — . 79
En pædagogisk Anvendelse af röntgenske Billeder. Af L. P. Lauritsen ..... 3. — . 50
En ny Slags Straaler, der kan gaa igennem Metaller, Træ m. m. Af R. Blondlot. Ref. ved K. Meyer ..... 2. — . 6
N-Straaler. Af K. Meyer ..... 2. — . 133
do. ..... 2. — . 269
do. ..... 3. — . 109
do. ..... 4. — . 179
Spinthariskop. Af K. Meyer ..... 2. — . 201

Lyslære.

Hefner-Lampen. Af H. O. G. Ellinger ..... 2. Aarg. S. 228
Billeddannelse ved Lysets Brydning gennem en plan Flade. Af P. B. Freuchen ..... 1. — . 77
Lidt om Øjet og Briller. Af F. Barmwater ..... 4. — . 248
Optisk Kontakt mellem et Mikroskop og en spejlende Flade. Af K. Prytz. Ref. ved D. la Cour ..... 3. — . 249
Ultramikroskopiske Undersøgelser. (Siedentopf og Zsigmondy.) Ref. ved H. Holst ..... 3. — . 209
Om Lyset og Krystallerne. Af N. V. Ussing ..... 2. — . 160
Luftspejling i København. Medd. af S. Thomsen ..... 3. — . 214
Ny magneto-optiske Fænomener. (Majorano.) Ref. ved N. Sørensen ..... 4. — . 28
Om Spektralundersøgelse. Af M. Knudsen ..... 5. — . 20

Digitized by Google

En ny spectroheliografisk metod. Af B. Hasselberg ..... 3. Aarg. S. 1
Om den elektriske Lysbue og Metallernes Spektra. Af P. Lenard. Ref. ved B. Trolle ..... 2. — . 5
Om Natriumdamps optiske Forhold. (R. W. Wood.) Ved M. Knudsen ..... 4. — . 201
Kirchhoffs Lov. (Tumlirz.) Af F. Barmwater ..... 2. — . 91
Om Bestemmelsen af Lysstyrken og Lysmængden. Af K. J. V. Steenstrup ..... 1. — . 39
Forsøg med Dr. K. J. V. Steenstrups Lysmængdemaaler. Af K. Prytz ..... 1. — . 47
Dr. J. H. Steenstrups Lysmængdemaaler. Af A. Paulsen.. 1. — . 83
Om Anvendeligheden af den fotografiske Virkning til Maaling af Lysmængder. Af K. Prytz ..... 1. — . 123
Om Maaling af Dagslyset ved fotografisk Metoder. Af A. Paulsen ..... 1. — . 158
Rettelser hertil ..... 1. — . 169
Hvad kan der naas ved Undersøgelse ad fotografisk Vej af Dagslyset? Af K. Prytz ..... 1. — . 186
Afsluttende Bemærkninger til Prof. Prytz angaaende Maalinger af Dagslyset ad fotografisk Vej. Af A. Paulsen 2. — . 30
Sammenlignende lagttagelser over Dagslysets Sammensætning. Af K. Prytz ..... 2. — . 79
Bemærkninger til Prof. Prytz's Artikel om „Sammenlignende Iagttagelser over Dagslysets Sammensætning". Af A. Paulsen ..... 2. — . 134
Svar paa Direktør Paulsens „Bemærkninger". Af K. Prytz 2. — . 195
Svar til Hr. Prof. Prytz. Af A. Paulsen ..... 2. — . 236
De daglige Lysmængder i et Aar, bestemte ved deres Sværtning af et Klorsølvpapir. Af K. J. V. Steenstrup ... 3. — . 71
Farvning af Glas ved ultraviolet Lys. (F. Fischer, W. Crookes.) Ref. ved K. Meyer ..... 4. — . 27
Fosforescerende Stoffer, Lysfarver og Lysstene. Af O. T. Christensen ..... 5. — . 157
Ueber die Erdalkaliphosphore. Von P. Lenard und v. Klatt. Ref. af J. P. Jacobsen ..... 3. — . 148
Om Nordlys. Af P. B. Freuchen ..... 5. — . 89
Telegrafering af Billeder. (Korn.) Af J. P. Jacobsen..... 5. — . 125
Lyslæren i Mellemskolen. Af L. P. Lauritsen ..... 4. — . 220

Kemi.

Hovedpunkterne af den kemiske Massevirkningstheori. Af J. N. Brønsted ..... 1. Aarg. S. 144
do. (Forts.) ..... 1. — . 182

Digitized by Google

Hastighed og Ligevægt ved kemiske Processer. Af C. Winther ..... 4. Aarg. S. 185
Krystallisationshastigheden i underafkølede, smeltede Stoffer. (E. v. Pickardt.) Ref. ved C. Winther ..... 1. — . 153
Om Stoffets Bestaaen. (Landolt.) Ref. ved P. B. Freuchen.. 5. — . 64
Foredrag om Fordøjelses- og Gæringsfermenter. Af S. P. L. Sørensen. Ref. ved A. Wølck ..... 2. — . 163
Farvede Salte. Af C. Winther ..... 1. — . 202
Et organisk Stof af simpel Sammensætning. Formaldehyd og nogle af dets Anvendelser. Af O. T. Christensen 1. — . 204
Guld og Sølv. Probering og Affinering. Af H. C. Nielsen 5. — . 130
Træforkulning. Af N. Steenberg ..... 1. — . 21
Om Fremstillingen af Tørv og dens Anvendelse. Af N. Steenberg ..... 2. — . 187
Tændstikker. Af A. Stage ..... 4. — . 225
De vigtigste Forandringer, som Anvendelsen af Elektriciteten har fremkaldt i den kemiske Industri. Af N. Steenberg ..... 3. — . 225
Udvinding af Luftens Kvælstof. Af M. C. Harding..... 3. — . 234
Den Birkeland-Eydeske Salpeterfabrikation. (Eyde.) Ref. ved K. Meyer ..... 4. — . 176
En Fremgangsmaade til Fremstilling af større Mængder af Argon. Af K. Prytz. (Ref. ved N. Bjerrum.)..... 2. — . 130
Ensartet Nomenklatur i Kemien. Af H. Rasmussen ..... 1. — . 116
Rettelse hertil ..... 1. — . 168
Den kemiske Nomenklatur i Skoleundervisningen. Af E. Wesche ..... 4. — . 206
Nomenklatur i Kemien. Af E. Wesche ..... 5. — . 35
Den kemiske Nomenklatur ved Skoleundervisningen. Af H. Rasmussen ..... 5. — . 73
Om Tegnsprog og Nomenklatur ved Skoleundervisningen i Kemi. Af E. Petersen ..... 5. — . 108

Meteorologi og Hydrografi.

Meteorologisk Institut. Aftenvejrberetning. Af Th. Sundorph ..... 3. Aarg. S. 128
Det fransk-skandinaviske aeronautiske Observatorium ved Hald (1902—1903) samt nogle Resultater af Undersøgelserne af de højere Luftlags meteorologiske Forhold. Af A. Paulsen ..... 3. — . 194
Aeronautisk Materiel i Meteorologiens Tjeneste. Af D. la Cour ..... 2. — . 89
Om Solskinsautografer. Af J. Sebelien..... 3. — . 13
Om Variationer i Solkonstanten og disses eventuelle Ind-

Digitized by Google

flydelse paa Temperaturen paa Jorden. Af S. P. Langley. Ref. ved D. la Cour ..... 3. Aarg. S. 53
Om Forandringer i Temperaturforholdene. Af D. la Cour. 5. — · 214
Om Maanens Indflydelse paa Vejret. Af D. la Cour ..... 5. — · 205
Dynamiske Temperaturforandringer i Atmosfæren og deres Indflydelse paa Vejrliget. Af A. Paulsen ..... 1. — · 97
do. (Forts.) ..... 1. — · 137
do. (Forts.) ..... 1. — · 178
Om Ligevægtstilstande i Atmosfæren. Af V. H. Ryd .... 5. — · 189
Lidt om det elektriske Potentiale i Atmosfæren. Af D. la Cour ..... 2. — · 121
Om Radioaktivitet og nogle luftelektriske Forhold. Af D. la Cour ..... 2. — · 69
On the Tension of Carbonic Acid in Natural Waters and especially in the Sea — og
The Abnormal CO_2-Percentage in the Air in Greenland and the General Relations between Atmospheric and Oceanic Carbonic Acid. Af A. Krogh, Ref. af J. P. Jacobsen ..... 3. — · 156
Ejendommeligt Snefald. Medd. af J. E. Gnudtzmann..... 5. — · 151
De internationale Havundersøgelser. Foredrag af M. Knudsen. Ref. ved N. Bjerrum ..... 2. — · 22
Internationale Havundersøgelser. Af J. P. Jacobsen..... 2. — · 190

Astronomi (herunder kosmisk Fysik).

Astronomiske Begivenheder i 1905. Af C. F. Pechüle.... 4. Aarg. S. 127
do. (Forts.)..... 4. — · 170
Astronomiske Begivenheder i 1906. Af C. F. Pechüle.... 5. — · 110
Om Forholdet mellem Materie, Energi og Æter. (Zenghli.) Ref. ved C. Jensen ..... 5. — · 226
Arrhenius' astrofysiske Teorier. Ved H. Holst ..... 4. — · 1
Om Straaletrykkets Betydning i Solsystemet. Efter I. H. Poynting. Ved H. Holst..... 3. — · 129
En ny spectroheliografisk metod. Af B. Hasselberg..... 3. — · 1
Magnetiske Perturbationer og Solfakler. Efter N. Lockyer. Ref. ved A. Paulsen ..... 2. — · 53
Forandringer paa Maanens Overflade. (Pickering.) Ref. ved K. Meyer ..... 3. — · 150
Jupiters 6te Maane, Saturns 9de Maane. Af K. Meyer ... 3. — · 155
Afstandene i Rummet. Af C. F. Pechüle..... 1. — · 211
Om foranderlige Stjerner. Af C. F. Pechüle..... 2. — · 168
Om Brugen af Almanakken i Astronomiundervisningen. Af F. Barmwater ..... 1. — · 113
do. (Forts.)..... 3. — · 37

Digitized by Google

Fotografiske Kort over Himlen. The Astrografic Chart. (H. H. Turner.) Ref. ved K. Meyer ..... 1. Aarg. S. 62

Fysik (herunder Kemi og Astronomi) i Skolen.

Skolelaboratorier — hjemme og ude. Af K. Meyer ..... 3. Aarg. S. 254
Undervisning i Naturlære i engelske Skoler. Af K. Meyer 4. — . 30
Undervisning i Naturkundskab i Tyskland og Schweiz. Af A. Kjærulff ..... 4. — . 87
Om Undervisning i Naturlære. Af Th. Sundorph ..... 2. — . 27
En Anordning og et Cirkulære. Af K. Meyer ..... 2. — . 202
Et Par Bemærkninger i Anledning af den nye Skolelov. Af K. Meyer ..... 1. — . 95
Praktisk Læreruddannelse — et lille Reformforslag. Af K. Meyer ..... 3. — . 216
Naturlære i Gymnasiet. (Forslag til Læseplaner.) ..... 4. — . 91
Anordning angaaende Undervisningen i Gymnasiet ..... 5. — . 120
Bekendtgørelse ang. Undervisningen i Gymnasiet ..... 5. — . 122
Fysik og Kemi i Gymnasiet. Af Th. Sundorph ..... 3. — . 76
Fysik og Kemi i Gymnasiet. Af F. Barmwater ..... 3. — . 115
Fysik og Kemi i Gymnasiet. Af F. C. Matthiessen ..... 3. — . 122
Fysikundervisning i Gymnasiets sproglige Retninger. Af F. C. Matthiessen ..... 5. — . 29
Fysikundervisning i Gymnasiets math.-naturvidensk. Afdeling. Af F. Barmwater ..... 5. — . 26
Praktiske Øvelser i Gymnasiet. Af Th. Sundorph ..... 3. — . 166
Øvelser paa Gymnasiets mat.-naturv. Linje. Af Th. Sundorph ..... 5. — . 36
Undervisningsinspektionens Forslag til Anordning om Undervisning i Naturlære i Realklassen. Af H. Jepsen .. 4. — . 266
Anordning (og Cirkulære) angaaende Undervisning i Realklassen ..... 5. — . 124
Fysikundervisning i Realklassen. Af H. Jepsen ..... 5. — . 33
Fysikundervisning i Mellemskolen. Af K. Meyer ..... 1. — . 198
Fysikundervisning i Mellemskolen. (Foredrag.) Af A. Andersen ..... 5. — . 32
Fysik i 1ste Mellemskoleklasse. Af K. Meyer ..... 3. — . 217
Fysik i Mellemskolen; Børns egne Forsøg. Af K. Meyer. 5. — . 198
Fysiske Skoleøvelser i Mellemskolen. Af A. Andersen ... 4. — . 264
Nogle fysiske Skoleøvelser. Af F. Barmwater ..... 2. — . 63
do. (Forts.) ..... 2. — . 95
do. (Forts.) ..... 2. — . 140
do. (Forts.) ..... 2. — . 206
do. (Forts.) ..... 2. — . 244
Fysiske Øvelser for Skolediscipler. Af J. P. Jacobsen .... 3. — . 78

Digitized by Google

Maalinger i Børneskolen. Af H. A. Hald ..... 1. Aarg. S. 193
do. (Forts.)..... 2. — - 24
Skoleøvelser i mekanisk Fysik i 5te og 6te m. n. Klasse. Af N. Christensen ..... 4. — - 252
do. (Forts.)..... 5. — - 80
Ligevægtslæren i det elementære Kursus. Af L. P. Lauritsen 3. — - 160
Elementære Forsøg over Faldloven. Af H. A. Hald..... 2. — - 204
Skraaplanet i Fysikundervisningen. Af L. P. Lauritsen... 3. — - 163
Lidt om Katers Pendulforsøg. Af E. Holm ..... 3. — - 215
Aræometret. Af L. P. Lauritsen..... 3. — - 165
Nogle simple Skoleforsøg fra Varmelæren. Af F. Barmwater..... 1. — - 155
Skoleøvelser fra Varmelæren for 5te og 6te m. n. Klasse. Af N. Christensen ..... 4. — - 210
Skoleforsøg med et Radiometer. Af P. B. Freuchen..... 4. — - 181
Om galvaniske Elementers Kobling. Af K. E. Sparre .... 5. — - 53
Nogle Forsøg over Maalinger af elektrisk Strømstyrke ved den første Undervisning i Fysik. Af H. Jepsen.... 3. — - 253
Skoleforsøg med Glødelamper. (E. Grimsehl.) Ref. ved S. Salomonsen ..... 3. — - 111
Nogle Forsøg med Glødelampen. Af L. P. Lauritsen .... 3. — - 48
Et fysisk Skoleforsøg. Af L. P. Lauritsen..... 2. — - 206
Om Forklaringen af Wagners Hammer i de fysiske Lærebøger. Af A. Christensen..... 5. — - 82
En pædagogisk Anvendelse af röntgenske Billeder. Af L. P. Lauritsen..... 3. — - 50
Lyslæren i Mellemskolen. Af L. P. Lauritsen ..... 4. — - 220
Lidt om Øjet og Briller. Af F. Barmwater..... 4. — - 248
Kirchhoffs Lov. (Tumlirz.) Af F. Barmwater..... 2. — - 91
Luftspejling i København. Medd. af S. Thomsen ..... 3. — - 214
Kemiundervisning i Børneskolen. Af K. Simonsen ..... 1. — - 88
do..... 1. — - 163
Om Skoleundervisning i Kemi. Af E. Petersen ..... 1. — - 125
Lille Kemi. Af Rasmussen og Simonsen. Gensvar til Hr. K. Simonsen. Af E. Kofoed..... 1. — - 126
Kemiundervisning for ældre Børn. Af A. Weis ..... 1. — - 192
Ensartet Nomenklatur i Kemien. Af H. Rasmussen..... 1. — - 116
Rettelse hertil..... 1. — - 168
Den kemiske Nomenklatur i Skoleundervisningen. Af E. Wesche ..... 4. — - 206
Nomenklatur i Kemien. Af E. Wesche..... 5. — - 35
Den kemiske Nomenklatur ved Skoleundervisningen. Af H. Rasmussen..... 5. — - 73
Om Tegnsprog og Nomenklatur ved Skoleundervisningen i Kemi. Af E. Petersen..... 5. — - 108

Digitized by Google

Om Brugen af Almanakken i Astronomiundervisningen. Af F. Barmwater ..... 1. Aarg. S. 113
do. (Forts.) ..... 3. — - 37
Meteorologisk Institut. Aftenvejrberetning. Af Th. Sundorph ..... 3. — - 128

Boganmeldelser.

Menneskeaandens Sejre. Opfindelsernes Historie i Omrids. Af P. la Cour og H. Holst. Anm. af K. Meyer.... 3. Aarg. S. 127
H. C. Ørsted som Naturfilosof. Af C. Christiansen. Anm. af K. Meyer ..... 2. — - 274
En dansk Kemikers Indtryk i Paris 1818—19. Et Udtog af Zeises Dagbøger. Ved S. M. Jørgensen. Anm. af H. Holst ..... 1. — - 197
Beiträge zur Frage des Unterrichts in Physik und Astronomie an den höheren Schulen. Af E. Riecke. Anm. af S. Salomonsen ..... 4. — - 246
Hovedtrækkene af de vigtigste fysiske Maalemetoder. Af K. Prytz. Anm. af J. P. Jacobsen'..... 1. — - 120
Physikalisches Praktikum für Anfänger. Af E. Pfeiffer. Anm. af F. Barmwater.. ..... 2. — - 276
Lærebog i Fysik. Af C. Christiansen. 2. Udg. Anm. af K. Meyer ..... 2. — - 273
Lærebog i mekanisk Fysik. Af F. Barmwater. 2. Udg. Anm. af N. Christensen..... 5. — - 117
Lærebog i Varme. Af F. Barmwater. 2. Udg. Anm. af F. C. Matthiessen ..... 4. — - 244
Lærebog i Optik. Af F. Barmwater. Anm. af N. Christensen 5. — - 150
Lærebog i Fysik for Medicinere. Elektricitetslære. Mekanisk Fysik og Varmelære. Af M. Knudsen. Anm. af P. Agertoft..... 3. — - 34
Lærebog i Fysik for Medicinere. Lyslære. Af M. Knudsen. Anm. af K. Prytz..... 2. — - 60
Lærebog i Fysik for Mellemskolen. Af H. O. G. Ellinger. Anm. af P. Agertoft ..... 3. — - 36
Lærebog i Fysik for Mellemskolen. I. Af Th. Sundorph. Anm af S. Salomonsen ..... 2. — - 275
do. II..... 3. — - 252
Naturlære for Mellemskolen. Af A. Weis. Anm. af S. Salomonsen ..... 3. — - 212
Lærebog i Fysik for Realgymnasiet og tekniske Skoler. Af D. Isaachsen. Anm. af H. Holst ..... 2. — - 196

Digitized by Google

Elektriciteten. Populært fremstillet af H. Holst. Anm. af K. Meyer ..... 4. Aarg. S. 180
Experimentelle Elektrizitätslehre. Af H. Starke. Anm. af A. Larsen ..... 4. — . 243
Elektriske Maalemetoder. Af A. Christensen. Anm. af A. Larsen ..... 2. — . 278
Elektriske Anlæg til Stærkstrøm. Af J. B. Bruun. Anm. af A. Larsen ..... 2. — . 271
Tidsskrift for Vindelektricitet. Udg. af P. la Cour. Anm. af A. Larsen ..... 2. — . 270
Forsøgsmøllen III og IV. Af P. la Cour. Anm. af A. Larsen 2. — . 8
Vejledning til Forstaaelse af Telegrafen og Telefonen samt Strækнings- og Sporskiftesikringsanlægene. Af C. E. Walsøe. Anm. af A. Larsen ..... 2. — . 277
Measurements of the electric tension of the air. By A. Hjuler. Anm. af I. Jantzen ..... 2. — . 124
On the Tension of Carbonic Acid in Natural Waters and especially in the Sea — og
The Abnormal CO_2-Percentage in the Air in Greenland and the General Relations between Atmospheric and Oceanic Carbonic Acid. Af A. Krogh. Anm. af J. P. Jacobsen ..... 3. — . 156
Die meteorologischen Elemente und ihre Beobachtung mit Ausblicken auf Witterungskunde und Klimalehre. Af O. Weissner. Anm. af J. P. Jacobsen ..... 5. — . 116
Lyset, Lyden og de vigtigste Vejrforhold. Af A. Weis. Anm. af K. Meyer ..... 1. — . 195
Radium og radioaktive Stoffer samt nyere Opdagelser angaaende Straaler. Af K. Meyer. Anm. af A. Larsen 3. — . 125
Radium og andre radioaktive Stoffer. Af C. Winther. Anm. af K. Meyer ..... 2. — . 274
Theorien der Chemie. Af S. Arrhenius. Anm. af N. Bjerrum ..... 5. — . 71
Kemiens Grundbegreber. Af S. M. Jørgensen. Anm. af C. Winther ..... 1. — . 150
En Berigtigelse til Anmeldelsen af „Kemiens Grundbegreber". Af S. M. Jørgensen ..... 1. — . 191
Om Ændringen i fri Energi ved kemiske Processer. Af J. N. Brønsted. Anm. af N. Bjerrum ..... 3. — . 126
Kemi for Skolekøkkenafdelingen paa Statens Lærerhøjskole. Af J. Petersen. Anm. af K. Meyer ..... 2. — . 274
Lille Kemi. Af Rasmussen og Simonsen. Anm. af E. Kofoed 1. — . 58
Lille Kemi. Af Rasmussen og Simonsen. Gensvar t. Hr. K. Simonsen Af E. Kofoed ..... 1. — . 126
Kemi for Mellemskolen. Af J. Petersen. Anm. af E. Wesche ..... 4. — . 37

Digitized by Google

Kemi for Mellemskolen. Af Th. Sundorph. Anm. af E. Wesche ..... 4. Aarg. S. 48
Uorganisk Kemi for Mellemskolen. Af Rasmussen og Simonsen. Anm. af E. Wesche ..... 4. — - 45
Uorganisk Kemi for Mellemskolen. Af A. Weis. Anm. af E. Wesche ..... 4. — - 50
Lille Kemisamling. 100 Forsøg. Af H. Rasmussen. Anm. af E. Wesche ..... 4. — - 47
Lehrbuch der psychologischen Metodik. Af A. Lehmann. Anm. af R. H. Pedersen ..... 5. — - 114
Om Nødvendigheden af sikre Meddelelsesmidler i Døvstummeundervisningen. Af G. Forchhammer. Anm. af H. Holst ..... 2. — - 12

Bøger, indsendte til Redaktionen.

3. Aarg. S. 168. 3. Aarg. S. 224. 4. Aarg. S. 52. 4. Aarg. S. 136.
4. — - 272. 5. — - 84. 5. — - 204. 5. — - 240.

Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Prisopgaver

for 1904 ..... 2. Aarg. S. 143
for 1907 ..... 5. — - 152

Fysiske Examensopgaver.

1. Del af polyteknisk Examen 1905 ..... 3. Aarg. S. 256

Svenske Examensopgaver.

Uppgifter af mekaniskt och fysikaliskt innehåll ..... 1. Aarg. S. 167
— Vår Termin 1903. (m. Løsn.) ..... 2. — - 217
— Høst Termin 1903. (m. Løsn.) ..... 2. — - 278
— Foraar 1904. (m. Løsn.) ..... 3. — - 222
— V. T. 1905. (m. Løsn.) ..... 4. — - 133
— V. T. 1905. (Løsning.) ..... 4. — - 183
— V. T. 1905. (Rettelse.) ..... 4. — - 184
— H. T. 1904. (m. Løsn.) ..... 5. — - 153

Digitized by Google

Norske Examensopgaver. Fysik.

Realartium	1902	1.	Aarg.	S. 166
—	1903	2.	—	S. 103
—	1903 (Løsning.)	2.	—	S. 220
—	1904 (m. Løsn.)	3.	—	S. 167
—	1905 (m. Løsn.)	4.	—	S. 182

Rettelser.

Til 1. Aarg. S. 159 og 1. Aarg. S. 162	1.	Aarg.	S. 169
Til 1. — S. 119	1.	—	S. 168
Til 2. — S. 104	2.	—	S. 220
Til 3. — S. 68	3.	—	S. 128
Til 4. — S. 25	4.	—	S. 100
Til 4. — S. 135	4.	—	S. 183
Til 4. — S. 136	4.	—	S. 184

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google